

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-105111

(43)Date of publication of application : 11.04.2000

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

(21)Application number : 10-274639

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 29.09.1998

(72)Inventor : MIYAZAKI MAKOTO

NORITA TOSHIO

SATO KAZUMUTSU

OKADA HIROYUKI

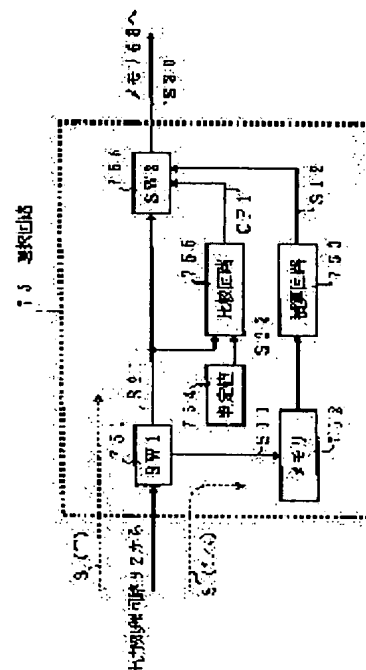
KANBE KOICHI

## (54) THREE-DIMENSIONAL INPUT DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a three-dimensional input device which can find accurate three-dimensional pictures by improving the SN ratio of light receiving data outputted from an image sensor, such as the MOS type image sensor, etc., that can make nondestructive readout.

**SOLUTION:** A three-dimensional input device is provided with a light projecting means which projects detecting light upon an object, a scanning means which optically scans the object by deflecting the projecting light of the detecting light, and an image pickup device which has a three-dimensional image picking-up surface, receives the detecting light reflected by the object, and photoelectrically converts the received detecting light. The input device is also provided with a control means which controls the image pickup device to output a plurality of photoelectrically converted signals having different charge storing time with respect to each picture element and a selecting means 75 which selects unsaturated one out the photoelectrically converted signals.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3861475

[Date of registration]

06.10.2006

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original  
precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A floodlighting means to irradiate detection light at a body, and the scan means for deflecting the direction of radiation of said detection light, and scanning said body optically, The image pickup device which receives and carries out photo electric conversion of said detection light which has a two-dimensional image pick-up side, and was reflected by said body, The three-dimension input unit characterized by having the control means controlled to output two or more photo-electric-conversion signals with which the storage times of a charge differ said image pickup device mutually about each pixel, and a selection means to choose the photo-electric-conversion signal which has not been saturated among said two or more photo-electric-conversion signals.

[Claim 2] Said control means is a three-dimension input unit according to claim 1 controlled to continue a charge storage to the 2nd storage time further while performing destructive read to said image pickup device, if the 1st storage time passes.

[Claim 3] Said selection means is a three-dimension input unit according to claim 1 or 2 which chooses a photo-electric-conversion signal with the longest storage time among the photo-electric-conversion signals which have not been saturated.

[Claim 4] A floodlighting means to irradiate detection light at a body, and the scan means for deflecting the direction of radiation of said detection light, and scanning said body optically, The image pickup device which receives and carries out photo electric conversion of said detection light which has a two-dimensional image pick-up side, and was reflected by said body, The 1st photo-electric-conversion signal whose storage time of a charge is predetermined time amount  $T/n$  [ pixel / each ] about said image pickup device, The control means controlled to output the 2nd photo-electric-conversion signal whose storage time of a charge is the  $n$  times as much time amount  $T$  as said 1st photo-electric-conversion signal, The three-dimension input unit characterized by having an operation means to calculate using a signal  $n$  times the magnitude of said 1st photo-electric-conversion signal when said 2nd photo-electric-conversion signal is not saturated and said 2nd photo-electric-conversion signal is saturated using said 2nd photo-electric-conversion signal.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the three-dimension input unit which irradiates slit light or spot light at a body, and measures a body configuration by non-contact.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since high-speed measurement is possible for the three-dimension instrumentation system of the non-contact mold called a range finder compared with a contact mold, it is used for the visual recognition of the data input to CG system or a CAD system, a somatometry, and a robot etc.

[0003] Slit light projection (it is also called an optical cutting method) is known as the suitable measurement approach for a range finder. This approach is an approach of scanning a body optically and obtaining a three-dimension image (depth map), and is a kind of the active measurement approach which irradiates a specific detection light and photos a body. A three-dimension image is the set of the pixel which shows the three-dimension location of two or more parts on a body. In slit light projection, straight-line-like slit light is used for a cross section as a detection light. Image formation of the slit light reflected by the body is carried out to the image pick-up side of a photo sensor (an image pickup device, image sensors).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In such a range finder, the quantity of light of the slit light received by the photo sensor changes with objective reflection factors. Therefore, if the charge storage time of a photo sensor is fixed to predetermined time amount, when a reflection factor is high, the output of a photo sensor will be saturated. With this, conversely, when a reflection factor is low, there is a problem that the output of a photo sensor is too low and an SN ratio worsens.

[0005] On the other hand, in order to search for an objective three-dimension configuration (distance distribution), it is necessary to detect correctly the light-receiving location or light-receiving timing of slit light. These people proposed the configuration which detects correctly a light-receiving location or light-receiving timing by performing a center-of-gravity operation based on the sensor output outputted over order location-wise or in time (JP,7-174536,A, JP,9-145319,A). To perform a center-of-gravity operation, the output of a photo sensor needs to be exact, but when an SN ratio is bad as mentioned above, or when the output of a photo sensor is saturated, an exact center-of-gravity operation cannot be performed.

[0006] Slit light is projected once, and he obtains the output of the photo sensor at that time, and was trying to set up the suitable storage time conventionally to this problem based on that output. However, since it was the storage time common about all the pixels of a photo sensor, the objective reflection factor of the storage time set up by doing in this way was locally low, or when high, the above-mentioned problem had still produced it.

[0007] This invention was not made in view of the above-mentioned problem, and aims at obtaining the output which has not been saturated from an image pickup device. Furthermore, it aims at obtaining the good output of an SN ratio from an image pickup device in invention of claim 3 and claim 4.

[0008]

[Means for Solving the Problem] A floodlighting means by which the equipment concerning invention of claim 1 irradiates detection light at a body, The scan means for deflecting the direction of radiation of said detection light, and scanning said body optically, The image pickup device which receives and carries out photo electric conversion of said detection light which has

a two-dimensional image pick-up side, and was reflected by said body, It has the control means controlled to output two or more photo-electric-conversion signals with which the storage times of a charge differ said image pickup device mutually about each pixel, and a selection means to choose the photo-electric-conversion signal which has not been saturated among said two or more photo-electric-conversion signals.

[0009] Said control means is controlled by the equipment concerning invention of claim 2 to continue a charge storage to the 2nd storage time further while performing destructive read to said image pickup device, if the 1st storage time passes.

[0010] With the equipment concerning invention of claim 3, said selection means chooses a photo-electric-conversion signal with the longest storage time among the photo-electric-conversion signals which have not been saturated. A floodlighting means by which the equipment concerning invention of claim 4 irradiates detection light at a body, The scan means for deflecting the direction of radiation of said detection light, and scanning said body optically, The image pickup device which receives and carries out photo electric conversion of said detection light which has a two-dimensional image pick-up side, and was reflected by said body, The 1st photo-electric-conversion signal whose storage time of a charge is predetermined time amount  $T/n$  [ pixel / each ] about said image pickup device, The control means controlled to output the 2nd photo-electric-conversion signal whose storage time of a charge is the  $n$  times as much time amount  $T$  as said 1st photo-electric-conversion signal, When said 2nd photo-electric-conversion signal is not saturated and said 2nd photo-electric-conversion signal is saturated using said 2nd photo-electric-conversion signal, it has an operation means to calculate using a signal  $n$  times the magnitude of said 1st photo-electric-conversion signal.

[0011] In addition, in this specification, when "nondestructive read" reads light-receiving data from an image pickup device, unless a reset signal is given separately, it means the read-out approach that the light-receiving data (charge) remains in an image pickup device as it is.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the block diagram of the instrumentation system 1 concerning this invention. The instrumentation system 1 consists of a three-dimension camera (range finder) 2 which performs solid measurement by slit light projection, and a host 3 who processes the output data of the three-dimension camera 2.

[0013] The three-dimension camera 2 outputs data required for the two-dimensional image and calibration the color information on Body Q is indicated to be with the measurement data which pinpoint the three-dimension location of two or more sampling points on Body Q. A host 3 bears data processing which searches for the coordinate of a sampling point using a triangulation method.

[0014] A host 3 is the computer system which consisted of CPU3a, display 3b, keyboard 3c, and mouse 3d etc. The software for measurement data processing is built into CPU3a. Between a host 3 and the three-dimension camera 2, data delivery of the gestalt of both online and the off-line by the archive medium 4 of a portable mold is possible. As an archive medium 4, there are a magneto-optic disk (MO), a mini disc (MD), a memory card, etc.

[0015] Drawing 2 is drawing showing the appearance of the three-dimension camera 2.

Floodlighting aperture 20a and light-receiving aperture 20b are prepared in the front face of housing 20. Floodlighting aperture 20a is located in the bottom to light-receiving aperture 20b. The slit light (band-like laser beam of the predetermined width of face  $w$ )  $U$  which the internal optical unit OU injects faces to the body for measurement (photographic subject) through floodlighting aperture 20a.  $\phi$  is immobilization whenever [ radiation angle / of the die-length direction  $M1$  of the slit light  $U$  ]. A part of slit light  $U$  reflected on the surface of the body carries out incidence to the optical unit OU through light-receiving aperture 20b. In addition, the optical unit OU is equipped with the biaxial adjustment device for rationalizing the relative relation between a floodlighting shaft and a light-receiving shaft.

[0016] The zooming carbon buttons 25a and 25b, the manual focusing carbon buttons 26a and 26b, and the shutter carbon button 27 are formed in the top face of housing 20. Like drawing 2 (b), attachment-and-detachment opening 30a of a liquid crystal display 21, the cursor carbon button 22, a select button 23, Cancel button 24, an analog output terminal 32, the DITARU

output terminal 33, and an archive medium 4 is prepared in the tooth back of housing 20.

[0017] A liquid crystal display (LCD) 21 is used as the display means and electronic finder of an actuation screen. A photography person can set up photography mode with each carbon buttons 21-24 on the back. From an analog output terminal 32, a two-dimensional picture signal is outputted in the NTSC format. The digitized output terminal 33 is for example, a SCSI terminal.

[0018] Drawing 3 is the block diagram showing the functional configuration of the three-dimension camera 2. The continuous-line arrow head in drawing shows the flow of an electrical signal, and the broken-line arrow head shows the flow of light. The three-dimension camera 2 has two optical system, the floodlighting side which constitutes the above-mentioned optical unit OU, and a light-receiving side, 40 and 50. In optical system 40, by passing the floodlighting lens system 42, the laser beam which is the wavelength of 685nm which semiconductor laser (LD) 41 injects serves as the slit light U, and is deflected with a galvanomirror (scan means) 43. The driver 44 of semiconductor laser 41, the drive system 45 of the floodlighting lens system 42, and the drive system 46 of a galvanomirror 43 are controlled by the system controller 61.

[0019] In optical system 50, the spectrum of the light condensed by the zoom unit 51 is carried out by the beam splitter 52. Incidence of the light of the oscillation wavelength band of semiconductor laser 41 is carried out to the image sensors 53 for measurement. Incidence of the light of a visible band region is carried out to the color sensor 54 for monitors. Image sensors 53 are MOS mold sensors, and the color sensor 54 is a CCD area sensor. The zoom unit 51 is an inner \*\* type, and a part of incident light is used for auto focusing (AF). AF function is realized by the AF sensor 57, the lens controller 58, and the focusing drive system 59. The zooming drive system 60 is formed for electric zooming.

[0020] The image pick-up information by image sensors 53 is stored in memory 63 through a selection circuitry 75 synchronizing with the clock from a driver 55. Moreover, image sensors 53 are controlled by the control signal from a driver 55 so that nondestructive read of light-receiving data is performed, consequently the light-receiving data  $S(T/4)$  whose storage time of a charge is  $T/4$ , and light-receiving data [ which is the 4 times as many time amount  $T$  as this ]  $S(T)$  are outputted.

[0021] The image pick-up information by the color sensor 54 is transmitted to the color processing circuit 67 synchronizing with the clock from a driver 56. An online output is carried out through the NTSC conversion circuit 70 and an analog output terminal 32, or it quantizes in the digital image generation section 68, and the image pick-up information which received color processing is stored in the color picture memory 69. Then, color picture data are transmitted to the SCSI controller 66 from the color picture memory 69, and an online output is carried out from the digitized output terminal 33, or it matches with measurement data, and is stored in an archive medium 4. In addition, a color picture is an image of the same field angle as the depth map by image sensors 53, and is used as reference information on the occasion of the application process by the side of a host 3. There are processing which generates a three-dimension geometric model as processing using color information combining two or more sets of measurement data with which camera views differ, for example, processing which thins out the unnecessary top-most vertices of a three-dimension geometric model. A system controller 61 gives the directions for displaying an alphabetic character and a notation suitable on the screen of LCD21 to the character generator which is not illustrated.

[0022] The output-processing circuit 62 has the amplifier which amplifies the photo-electric-conversion signal of each pixel  $g$  which image sensors 53 output, and the AD translation section which changes a photo-electric-conversion signal into light-receiving data (8 bits or 10 bits). From the output-processing circuit 62, the light-receiving data  $S(T/4)$  and light-receiving data  $S(T)$  are outputted as digital value.

[0023] A selection circuitry 75 performs the next processing to the light-receiving data  $S(T/4)$  and light-receiving data  $S(T)$ . That is, when light-receiving data  $S(T)$  is not saturated, light-receiving data  $S(T)$  is outputted, and when light-receiving data  $S(T)$  is saturated, data 4 times the magnitude of the light-receiving data  $S(T/4)$  are outputted. A selection circuitry 75 is equivalent to the selection means in this invention. About the detail of the configuration of a selection circuitry 75, and actuation, it mentions later.

[0024] Memory 63 is the memory with the memory capacity of  $200 \times 32 \times 33$  Byte which can be written, and memorizes the light-receiving data outputted from the output-processing circuit 62. Memory control circuit 63A performs writing to memory 63, and addressing of read-out.

[0025] The center-of-gravity arithmetic circuit 73 computes the data used as the radical for generating the shade image corresponding to the configuration of the body for measurement, and outputting to the memory 74 for a display based on the light-receiving data memorized by memory 63, and computing a three-dimension location, and outputs them to the memory 64 for an output. The shade image memorized by the memory 74 for a display, the color picture memorized by the color picture memory 69 are displayed on the screen of LCD21.

[0026] Drawing 4 is the mimetic diagram showing the configuration of the floodlighting lens system 42. Drawing 4 (a) is a front view and drawing 4 (b) is a side elevation. The floodlighting lens system 42 consists of three lenses, a collimator lens 421, the BARIETA lens 422, and the expander lens 423. Optical processing for obtaining the suitable slit light U in the following order is performed to the laser beam which semiconductor laser 41 injected. First, a beam is made parallel by the collimator lens 421. Next, the beam diameter of a laser beam is adjusted by the BARIETA lens 422. Finally a beam can extend in the slit die-length direction M1 with the expander lens 423.

[0027] Irrespective of photography distance and the field angle of photography, the BARIETA lens 422 is formed in order to carry out incidence of the slit light U of three or more width of face for two or more pixels to image sensors 53. According to directions of a system controller 61, a drive system 45 moves the BARIETA lens 422 so that the width of face w of the slit light U on image sensors 53 may be kept constant. The BARIETA lens 422 and the zoom unit 51 by the side of light-receiving interlock.

[0028] By extending slit length before the deviation by the galvanomirror 43, distortion of the slit light U can be reduced compared with the case where it carries out after a deviation. Arranging the expander lens 423 in the last stage of the floodlighting lens system 42, i.e., by bringing close to a galvanomirror 43, a galvanomirror 43 can be miniaturized.

[0029] Drawing 5 is the principle Fig. of calculation of the three-dimension location in an instrumentation system 1. In order to make an understanding easy, only five batches are shown by this drawing about the sampling of light income.

[0030] The slit light U with width of face wide in comparison which becomes two or more pixels on the image pick-up side S2 of image sensors 53 is irradiated at Body Q. Specifically, width of face of the slit light U is considered as 5 pixels. It deviates from on drawing 5 toward the bottom, and Body Q is scanned by it so that the slit light U may move only the 1-pixel pitch pv on the image pick-up side S2 for every sampling period. From image sensors 53, the light-receiving data S (T/4) and light-receiving data S (T) are outputted for every sampling period. The 2nd frame F (T) to which these outputs are set to the 1st frame F (T/4) which consists of light-receiving data S for one frame (T/4) about one effective light-receiving field Ae from light-receiving data [ for one frame ] S (T) is outputted. That is, the light-receiving data for a total of two frames will be outputted. In addition, the deviation at this time is performed with constant angular velocity in fact.

[0031] If one pixel g of the image pick-up side S2 is observed, in this operation gestalt, the light-receiving data of 32 batches will be obtained by 32 samplings performed during a scan. It asks for the timing (the time amount center of gravity Npeak or center of gravity ip) to which the optical axis of the slit light U passes through the body front face ag of the range at which the attention pixel g glares by the center-of-gravity operation to the light-receiving data of these 32 batch.

[0032] The front face of Body Q is a flat surface, and when there is no noise by the property of optical system, as shown in drawing 5 (b), the light income of the attention pixel g increases in the timing which the slit light U passes, and usually becomes close to normal distribution. As shown in this drawing, when light income is max to the timing between the n-th time and eye a time (n-1) in front of one of them, the timing is mostly in agreement with the time amount center of gravity Npeak.

[0033] The location (coordinate) of Body Q is computed based on the relation between the

direction of radiation of the slit light in the time amount center of gravity  $N_{peak}$  searched for, and the direction of incidence of the slit light to an attention pixel. This becomes measurable [ resolution higher than the resolution specified in the pixel pitch  $p_v$  of an image pick-up side ].

[0034] In addition, it depends for the light income of the attention pixel  $g$  on the reflection factor of Body Q. However, phase contrast of each light income of a sampling is fixed irrespective of the absolute magnitude of light-receiving. That is, the shade of the object color does not influence measurement precision.

[0035] Drawing 6 is drawing showing the read-out range of image sensors 53. As shown in drawing 6, read-out of one frame in image sensors 53 is performed only for the effective light-receiving field (band-like image)  $A_e$  which is a part of image pick-up side  $S_2$ , in order to attain not the whole image pick-up side  $S_2$  but improvement in the speed. The effective light-receiving field  $A_e$  is a field on the image pick-up side  $S_2$  corresponding to measurable range  $d'$  (refer to drawing 14) of the body Q in exposure timing with the slit light U, and is shifted every 1 pixel for every sampling period with the deviation of the slit light U. With this operation gestalt, the number of pixels of the shift direction of the effective light-receiving field  $A_e$  is being fixed to 32.

[0036] As stated above, the MOS mold sensor is used as image sensors 53, and random access is possible. Therefore, only the required pixel of image pick-up data can be chosen partially, and read-out can be performed at a high speed, without reading an unnecessary part.

[0037] Drawing 7 is the mimetic diagram of the configuration of image sensors 53. Image sensors 53 are image pickup devices of the so-called X-Y address scanning-type which specify each pixel  $g$  of the image pick-up side  $S_2$  in order, and read light-receiving information, and read-out of the range of arbitration is possible for them by control of the switch corresponding to each pixel  $g$ . Rhine sequential read-out is performed by generally inputting a shift signal into the digital shift register which constitutes the vertical-scanning circuit 531 and the horizontal scanning circuit 532 to predetermined timing. Rhine is a horizontal pixel train. In this operation gestalt, it is a direction equivalent to the main scanning direction in the scan of Body Q horizontally, and is the direction which corresponds in the direction of vertical scanning (the deviation direction of slit light) perpendicularly. However, since the sense of arrangement of image sensors 53 can be changed according to the configuration of optical system, its perpendicular direction here does not necessarily correspond with the direction of a vertical in real space.

[0038] In image sensors 53, the scan initiation set register 533 which gives the register initial value which shows scan initiation Rhine to the vertical-scanning circuit 531 is formed, and read-out of the above-mentioned effective light-receiving field  $A_e$  (band-like image) is realized by this.

[0039] It is directed in inputting the data signal  $sgn1$  showing a scan starting position, and the data signal  $sgn2$  showing a scan termination location into the scan initiation set register 533 the photography image (band-like image) of the effective light-receiving field  $A_e$  of which location is read. Moreover, nondestructive read is performed by inputting separately the read-out start signal  $gstt$  and reset-signal  $grst$ . That is, a charge storage is continued until nondestructive read is performed and reset-signal  $grst$  is inputted after that by inputting the read-out start signal  $gstt$ .

[0040] Moreover, since the number of bits of a data signal  $sgn1$  will increase if the number of pixels of the image pick-up side  $S_2$  increases, it is desirable to form the decoder 534 of a data signal  $sgn1$ , after that an input terminal decreases. It means that the scan starting position and the scan termination location were set by carrying out the parallel transfer of the contents of the scan initiation set register 533 to the vertical-scanning circuit 531 at the time of read-out initiation.

[0041] Read-out of a band-like image is performed by repeating a vertical scanning rather than repeating a horizontal scanning. First, image sensors 53 output a photo-electric-conversion signal from the pixel train which consists of a pixel of 33 (= 32+1) individual perpendicularly located in a line by performing a vertical scanning from a starting position to a termination location [ 1 of the train arranged by meeting horizontally train ]. However, it is a photo-electric-conversion signal for 32 pixels to be set as the object of storing to memory 63. Then, the train

which performs read-out is horizontally shifted by 1 pixel, a vertical scanning is performed [ two trains ], and the photo-electric-conversion signal for 33 pixels is outputted. The band-like image of the location specified by repeating such actuation is outputted.

[0042] By performing read-out in the above way, read-out of one frame is completed by time amount (line count of the several/all field of the line to read) far shorter than the case where the image of all the fields of the image pick-up side S2 is read.

[0043] The reason for performing read-out of the range for 33 pixels perpendicularly located in a line is as follows. To image sensors 53 being reset after that and starting the following charge storage, if light-receiving data S (T) is read when the storage time is set to T, are recording of a charge continues and the field which was not then read is performed. Although it will be satisfactory if the object of read-out of next time is the same field, when reading a different field, the image information from which the storage time differs by read-out of the n-th time and eye a time (n+1) will be intermingled. Namely, in the three-dimension measurement by optical projection, the required effective light-receiving field Ae of read-out shifts in the direction of vertical scanning (perpendicular direction of an image pick-up side) with the deviation of the slit light U. Therefore, the image of the field read by overlapping by the n-th time and eye a time (n+1) receives that the image of the storage time to read-out of eye a time is read from the last (the n-th time) read-out this time (n+1). The image of the field newly read to this time by the shift of the effective light-receiving field Ae will turn into an image which continued from the 1st photography and carried out photo electric conversion. Then, in this operation gestalt, a read-out object domain is set as a field required for this time, and the field which includes the both sides of a field required for next time. By carrying out like this, about the field which needs read-out, a charge storage will surely be cleared by last time next time, and the problem of capturing the image which consists of a pixel from which the storage time differs can be avoided.

[0044] Drawing showing the relation of a Rhine and a frame and drawing 9 -11 are drawings showing the light-receiving data storage condition of each frame in memory 63. [ in / in drawing 8 / the image pick-up side S2 of image sensors 53 ]

[0045] As shown in drawing 8, the light-receiving data for 32 (Rhine)x200 pixels from Rhine 1 to Rhine 32 are contained in the frame 1 which is a frame of the beginning of the image pick-up side S2. A frame 3 is shifted from Rhine 3 for a frame 2 by one line for every frame like until Rhine 34 from Rhine 2 to Rhine 33. A frame 32 is from Rhine 32 to Rhine 63. In addition, one line is made into 200 pixels as mentioned above.

[0046] The image data by which a sequential transfer is carried out from a selection circuitry 75 is memorized by memory 63 in the condition which shows in drawing 9. That is, in memory 63, they are frames 1, 2, and 3. -- Light-receiving data are memorized in order.

[0047] The data of one line of Rhine 32 included in each frame are shifted [ frame / 1 ] at a time up for every frame like the 31st line about the 32nd line and a frame 2. Memory's 63 storage of the light-receiving data from a frame 1 to a frame 32 performs calculation of the time amount center of gravity Npeak about each pixel of Rhine 32.

[0048] While the operation about Rhine 32 is performed, the light-receiving data of a frame 33 are transmitted to memory 63, and are memorized. As shown in drawing 10, the light-receiving data of a frame 33 are memorized to the next field of the frame 32 of memory 63. Memory's 63 storage of the data of a frame 33 performs calculation of the time amount center of gravity Npeak about each pixel of Rhine 33 included by the frame 33 from these frames 2.

[0049] While the operation about Rhine 33 is performed, the light-receiving data of a frame 34 are transmitted to memory 63, and are memorized. As shown in drawing 11, the light-receiving data of a frame 34 are overwritten by the field to which the frame 1 was memorized. It is because the data of a frame 1 are processing settled, so they do not interfere at this time even if it eliminates them by overwrite. Memory's 63 storage of the data of a frame 34 performs calculation of the time amount center of gravity Npeak about each pixel of Rhine 34. After the processing about the light-receiving data of a frame 34 finishes, the light-receiving data of a frame 35 are overwritten by the field to which the frame 2 was memorized.

[0050] Thus, calculation of the time amount center of gravity Npeak about a total of 200 lines is performed to Rhine 231 which is last Rhine. As mentioned above, since new light-receiving data



are overwritten and memorized to the field which became needlessness one by one among the light-receiving data memorized by memory 63 and by which the data storage was carried out, the capacity of memory 63 is reduced.

[0051] The center of gravity ip memorized by the memory 74 for a display is displayed on the screen of LCD21. In relation to the location of the front face of the body Q for measurement, when the location of the front face of Body Q is close to the three-dimension camera 2, the value of a center of gravity ip becomes large, and when far, as for a center of gravity ip, the value of a center of gravity ip becomes small. Therefore, distance distribution can be expressed by displaying a shade image by using a center of gravity ip as concentration data.

[0052] Next, it explains together with the procedure of measurement of actuation of the three-dimension camera 2 and a host 3. As mentioned above, the number of sampling points of measurement is set to 200x262. That is, the number of pixels of the cross direction of the slit U in the image pick-up side S2 is 262, and substantial frame number N is 231.

[0053] Looking at the color monitor image which LCD21 displays, a user (photography person) decides a camera location and the sense, and sets up a field angle. Zooming actuation is performed if needed in that case. Diaphragm adjustment to the color sensor 54 is not performed, but the color monitor image exposure control was carried out [ the image ] by electronic shutter ability is expressed as the three-dimension camera 2. This is for making [ many / as possible ] the amount of incident light of image sensors 53 by making a diaphragm into an open condition.

[0054] Drawing showing data flow [ in / in drawing 12 / the three-dimension camera 2 ], the flow chart which shows the procedure of a three-dimension location operation [ in / in drawing 13 / a host 3 ], and drawing 14 are drawings showing each point of optical system, and relation with Body Q.

[0055] According to the field angle selection actuation (zooming) by the user, migration of the BARIETA section 514 of the zoom unit 51 is performed. Moreover, focusing the hand control by migration of the focusing section 512 or automatic is performed. Distance d0 between objects near in process of focusing It is measured.

[0056] It is computed in response to the lens drive of such a light-receiving system by the arithmetic circuit which the movement magnitude of the BARIETA lens 422 by the side of floodlighting does not illustrate, and migration control of the BARIETA lens 422 is performed based on a calculation result.

[0057] A system controller 61 reads the output (the amount Ed of deliveries) of focusing encoder 59A, and the output (zoom unit value fp) of zooming encoder 60A through the lens controller 58. In the interior of a system controller 61, the distortion aberration table T1, the principal point location table T2, and image distance table T3 are referred to, and the photography condition data corresponding to the amount Ed of deliveries and the zoom unit value fp are outputted to a host 2. Photography condition data here are a distortion aberration parameter (lens distortion correction factors d1 and d2), the before side principal point location FH, and the image distance b. The before side principal point location FH is expressed with the distance of the before [ the zoom unit 51 ] side edge point F, and the before side principal point H. Since the front side edge point F is immobilization, the before side principal point H can be specified with the before side principal point location FH.

[0058] A system controller 61 calculates the output (laser reinforcement) of semiconductor laser 41, and the deviation conditions (a scan initiation angle, a scan termination angle, deflection angle rate) of the slit light U. This calculation approach is explained in detail. First, near distance d0 between objects As that in which a flat-surface body exists, an angle-of-projection setup is performed so that the reflected light may be received in the center of image sensors 53. Pulse lighting for the calculation of laser reinforcement explained below is performed by this set-up angle of projection.

[0059] Next, laser reinforcement is calculated. Since the body may be measured on the occasion of calculation of laser reinforcement, the consideration to safety is indispensable. First, pulse lighting is carried out by the minimum reinforcement LDmin, and the output of image sensors 53 is incorporated. The ratio of the signal [Son (LDmin)] and correct level Styp which were incorporated is computed, and the temporary laser reinforcement LD 1 is set up.

[0060]  $LD1 = LDmin \times Styp / MAX [Son (LDmin)]$

Then, pulse lighting is again carried out by the laser reinforcement LD 1, and the output of image sensors 53 is incorporated. If the incorporated signal [Son (LD1)] is a value near correct level Styp or it, LD1 will be decided to be the laser reinforcement LDs. In other cases, the temporary laser reinforcement LD 1 is set up using the laser reinforcement LD1 and MAX [Son (LD1)], and the output and correct level Styp of image sensors 53 are compared with them. A temporary setup of laser reinforcement and the check of propriety are repeated until the output of image sensors 53 serves as a value in tolerance. In addition, incorporation of the output of image sensors 53 is performed for the whole surface of the image pick-up side S2. This is because it is difficult to presume the light-receiving location of the slit light U with high precision in the passive distance calculation by AF. The reset time of CCD in image sensors 53 is 1 field time amount (for example, 1 / 60 seconds), and is longer than the reset time at the time of actual measurement. For this reason, a sensor output equivalent to the time of measurement is obtained by performing pulse lighting.

[0061] Next, triangulation determines the distance d between objects from the light-receiving location of the slit light U when it is decided that laser reinforcement will be angle of projection. At the end, deviation conditions are computed based on the determined distance d between objects. On the occasion of calculation of deviation conditions, the offset doff of the Z direction of the before [ the light-receiving system which is the ranging reference point of the distance d between objects ] side principal point H, and the origin A of floodlighting is taken into consideration. Moreover, in order to secure the same measurable range d' as a center section also in the edge of a scanning direction, it is made to perform the overscan of the specified quantity (for example, 8 pixels). The scan initiation angle th1, the scan termination angle th2, and the deflection angle rate omega are expressed with a degree type.

[0062]  $th1 = \tan^{-1} [ \beta \tan p_v (np [ / ] 2 + 8) + L / (d + doff) ] \times 180 / \pi$   
 $th2 = \tan^{-1} [ - \beta \tan p_v (np / 2 + 8) + L / (d + doff) ] \times 180 / \pi$   
 $\omega = (th1 - th2) / np \beta$ : Image pick-up scale factor (=d / effective focal distance freal)

number of effective pixels L: of the direction of Y of the pv: pixel pitch np: image pick-up side S2  
 -- the base length -- move to this luminescence next on the conditions computed by doing in this way, and the scan (slit projection) of Body Q should be performed, and pass the output-processing circuit 62, above-mentioned memory 63, and the above-mentioned center-of-gravity arithmetic circuit 73 -- the data D62 memorized by the memory 64 for an output are sent to a host 2. The equipment information D10 which shows the specification of deviation conditions (deviation control data) and image sensors 53 etc. to coincidence is also sent to a host 3. Table 1 gathers the main data which the three-dimension camera 2 sends to a host 3.

[0063]

[Table 1]

データの内容		データレンジ
計測データ	$\sum x_i$	200×200 ×13bit
	$\sum i \cdot x_i$	200×200 ×18bit
撮影条件	像距離 b	0.000~200.000
	前側主点位置 F H	0.00~300.00
	スリット偏向開始角度 th1	
	偏向角速度 ω	
装置情報	計測の画素数 (サンプリング数 X, Y方向)	1~
	センサ画素ピッチ p <sub>u</sub> , p <sub>v</sub>	~0.00516 ~
	投光系姿勢 (X, Y, Z軸周り)	0.00~±90.00
	投光系姿勢 (X, Y, Z軸方向)	0.00~±300.00
	レンズ歪み補正係数 d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub>	
	センサ中心画素 u <sub>0</sub> , v <sub>0</sub>	0.00~256.00
2次元画像	Rプレーン	512×512 ×8bit
	Gプレーン	512×512 ×8bit
	Bプレーン	512×512 ×8bit

[0064] Like drawing 13, in a host 3, three-dimension location data processing is performed and the three-dimension location (coordinates X, Y, and Z) of 200x200 sampling points (pixel) is

calculated by this. A sampling point is an intersection of a camera look (straight line which connects a sampling point and the before side principal point H), and a slit side (optical axial plane of the slit light U which irradiates a sampling point).

[0065] In drawing 13, it judges whether total sigma<sub>xi</sub> of xi first sent from the three-dimension camera 2 has exceeded the predetermined value (#11). Since many errors are included when xi is small (i.e., when total sigma<sub>xi</sub> for slit Mitsunari does not fulfill predetermined criteria), calculation of a three-dimension location is not performed about the pixel. And the data in which "an error" is shown are set up and memorized about the pixel (#17). Since sufficient precision is acquired when sigma<sub>xi</sub> has exceeded the predetermined value, calculation of a three-dimension location is performed.

[0066] In advance of calculation of a three-dimension location, the passage timing nop of the slit light U is computed (#12). The passage timing nop calculates (sigma<sub>ai</sub>-xi)/(sigma<sub>maxi</sub>) about i=1-32, searches for a center of gravity ip (time amount center of gravity Npeak), and is computed by adding a line number to this.

[0067] That is, since the computed center of gravity ip is the timing in 32 frames from which the output of the pixel is obtained, it is changed into the passage timing nop from scan initiation by adding a line number. Specifically, a line number is set [ pixel / of Rhine 32 computed first ] to "33" about "32" and next Rhine 33. Whenever one Rhine of the attention pixel g progresses, one line number increases. However, these values can be considered as other suitable values. In case the reason computes a three-dimension location, it is because the angle of rotation (the1) of the circumference of the X-axis in the below-mentioned (6) types which are a multiplier, the angular velocity (the4) of the circumference of the X-axis, etc. can be appropriately set up by the calibration.

[0068] And three-dimension location calculation is performed (#13). The computed three-dimension location is memorized to the memory area corresponding to the pixel (#14), and same processing is performed about the following pixel (#16). After the processing about all pixels finishes, it ends (# being 15 yes).

[0069] Next, the calculation approach of a three-dimension location is explained. Camera look equations are the following (1) equation and (2) equations.

$$(u-u_0)=(x_p)=(b/p_{\text{plutonium}})x [X/(Z-FH)] \text{ -- (1)}$$

$$(v-v_0)=(y_p)=(b/p_v)x [Y/(Z-FH)] \text{ -- (2)}$$

b: The pixel location v<sub>0</sub> of the perpendicular direction in the horizontal main pixel location v: image pick-up side in the horizontal pixel location u<sub>0</sub>: image pick-up side in the pixel pitch u: image pick-up side of the perpendicular direction in the horizontal pixel pitch p<sub>v</sub>: image pick-up side in a before [ image distance FH: ] side principal point location plutonium: image pick-up side : the main pixel location slit side equations of the perpendicular direction in an image pick-up side are (3) equations.

[0070]

[Equation 1]

$$\begin{bmatrix} \cos(\text{the3}) & -\sin(\text{the3}) & 0 \\ \sin(\text{the3}) & \cos(\text{the3}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\text{the2}) & 0 & \sin(\text{the2}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\text{the2}) & 0 & \cos(\text{the2}) \end{bmatrix}$$

$$\cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & -\sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \\ 0 & \sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \end{bmatrix}$$

$$\cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} [X \quad Y-L \quad Z-s] = 0 \quad \dots (3)$$

the1: X軸周りの回転角

the2: Y軸周りの傾き角

the3: Z軸周りの傾き角

the4: X軸周りの角速度

nop: 通過タイミング (=時間重心 ip + ライン番号)

L: 基線長

s: 起点Aのオフセット

[0071] It depends for geometric aberration on a field angle. Distortion produces a main pixel in

the symmetry as a core mostly. Therefore, the amount of distortion is expressed with the function of the distance from a main pixel. Here, it approximates with the 3rd function of distance.  $d_1$  and the 3rd correction factor are set to  $d_2$  for the secondary correction factor. Pixel location  $u'$  after amendment and  $v'$  are given by (4) The formula and (5) formulas.

[0072]

$$u' = u + d_1 x t_2^2 \times (u - u_0) / t_2 + d_2 x t_3 \times (u - u_0) / t_2 \quad (4)$$

$$v' = v + d_1 x t_2^2 \times (v - v_0) / t_2 + d_2 x t_3 \times (v - v_0) / t_2 \quad (5)$$

$t_2 = (t_1)^2 - 2$   $t_1 = (u - u_0)^2 + (v - v_0)^2$  In above-mentioned (1) type and (2) types, it can ask for the three-dimension location in consideration of distortion aberration by replacing with  $u$ , substituting  $u'$ , replacing with  $v$ , and substituting  $v'$ . in addition -- a calibration -- Institute of Electronics, Information and Communication Engineers study group data PRU91-113 [geometric amendment of image which positioning of camera does not need] Onodera and Kanaya, and the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers paper magazine -- D-II vol. J74-D-II No.9 pp.1227-1235 and' -- 91/9 The [high precision calibration method of range finder based on three-dimension model of optical system] \*\*\*\*, Yoshimi, Oshima, etc. have a detailed indication.

[0073] Next, the detail of the configuration of a selection circuitry 75 and actuation is explained.

Drawing 15 is the block diagram showing the configuration of a selection circuitry 75. As shown in drawing 15, a selection circuitry 75 consists of a switching circuit 751, 756, memory 752, a counting circuit 753, a decision value circuit 754, and a comparator circuit 755.

[0074] A switching circuit 751 uses as the light-receiving data S11 the light-receiving data S (T/4) of the 1st frame F (T/4) transmitted from the output-processing circuit 62, and sends them to a switching circuit 756 and a comparator circuit 755 at memory 752 by using light-receiving data [ of the 2nd frame F (T) ] S (T) as the light-receiving data S21.

[0075] Memory 752 is the memory with the memory capacity of 200x32Byte which can be written, and memorizes all the light-receiving data S11. A counting circuit 753 computes the light-receiving data S12 of one 4 times the value of this to the light-receiving data S11, and sends them to a switching circuit 756.

[0076] The decision value circuit 754 sets the decision value S23 used as the criteria of a saturation judging of the light-receiving data S21 as a comparator circuit 755. The example of the value of a decision value S23 is "255."

[0077] A comparator circuit 755 compares the light-receiving data S21 with a decision value S23, generates the control signal CP 1 based on the comparison result, and sends it to a switching circuit 756. A control signal CP 1 controls a switching circuit 756 as follows.

[0078] namely, -- light-receiving -- data -- S -- 21 -- being saturated -- \*\*\*\* -- a case -- \*\*\*\* -- light-receiving -- data -- S -- 21 -- a switching circuit -- 756 -- minding -- memory -- 63 -- as it is -- transmitting -- [ -- < -- A HREF -- = -- " -- / -- Tokujitu/tjitemdrw . -- ipdl?N -- 0000 -- = -- 239 -- & -- N -- 0500 -- = -- one -- E\_N -- / -- ; -- > -- = -- > -- ? -- : -- > -- > -- > -- / -- / -- / -- & -- N -- 0001 -- = -- 521 -- & -- N -- 0552 -- = -- nine -- & -- N -- 0553 -- = -- 000021 -- " -- TARGET -- = -- "tjitemdrw" -- > -- drawing 17 -- ( -- D -- ) -- it can set -- a continuous line -- a part -- reference -- ] . When the light-receiving data S21 are saturated unlike this, the value which doubled the light-receiving data (T/4) S12 S, i.e., the light-receiving data of the 1st frame F (T/4), four is transmitted to memory 63 through a switching circuit 756 [refer to the broken-line part in drawing 17 (D)].

[0079] Thus, it is judged whether it is saturated by whether light-receiving data [ about all the pixels of the 2nd frame F (T) ] S (T) has reached the decision value "255." When light-receiving data S (T) is not saturated and light-receiving data S (T) is saturated using light-receiving data S (T), a signal 4 times the magnitude of the light-receiving data S (T/4) will be sent to memory 63 as light-receiving data (8 bits or 10 bits) S30.

[0080] That is, the light-receiving data obtained from image sensors 53 can be read as a big value which cannot be easily influenced of a noise. For this reason, when a center-of-gravity operation is performed to the light-receiving data S30 and it asks for a three-dimension image, it can ask for an accurate three-dimension image.

[0081] In addition, with the operation gestalt described above, although the storage time was set

as two steps of  $T$  and  $T/4$ , the storage time of much more phases may be set up. For example,  $T$ ,  $T/2$ ,  $T/4$ ,  $T/8$  or  $T$ ,  $T/3$ ,  $T/9$ , etc. can set up the storage time more than a three-stage. thus, the signal with the longest storage time among the signals acquired by the set-up storage time – what is necessary is just to choose a signal with a high output level, if it puts in another way [0082] Next, with reference to drawing 16 thru/or 19, the light-receiving data  $S30$  are outputted to light-receiving data  $S(T)$  and  $S(T/4)$  from a selection circuitry 75 using a concrete numeric value, and the processing in the case of performing a time amount center-of-gravity operation and a space center-of-gravity operation to the light-receiving data  $S30$  is explained.

[0083] The processing in the case of performing introduction and a time amount center-of-gravity operation is explained. Drawing and drawing 17 which show mutually different attention pixels [ in / in drawing 16 / the effective light-receiving field  $A_e$  ]  $g1$  and  $g2$  are drawing showing an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage times of a charge are  $T/4$  and  $T$  to the attention pixels  $g1$  and  $g2$ .

[0084] Drawing in which drawing 17 (A) shows an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T/4$  to the attention pixel  $g1$ , Drawing in which drawing 17 (B) shows an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T$  to the attention pixel  $g1$ , Drawing in which drawing 17 (C) shows an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T/4$  to the attention pixel  $g2$ , and drawing 17 (D) are drawings showing an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T$  to the attention pixel  $g2$ .

[0085] If peak value performs a time amount center-of-gravity operation about the attention pixel  $g1$  to the saturation value "255" of light-receiving data when quite small as shown in drawing 17 (A) when the peak value of the light-receiving data with which the storage time performed read-out after  $T/4$  to the attention pixel  $g2$  is 30 that is, the result of an operation obtained will become what has a bad precision. It is because the SN ratio of the attention pixel  $g1$  is bad.

[0086] In addition, if in charge of calculating the time amount center of gravity  $N_{peak}$ , for every pixel, the output (x) from the image sensors 53 within a predetermined period is sampled a fixed period, and the grand total sigma (x-i) of a product (x-i) with the timing (i) of the output (x) which is a sampling value, and a sampling, and grand total [ of an output (x) ] sigma (x) are computed. From these, time amount center-of-gravity  $N_{peak} = \text{sigma}(x-i) / \text{sigma}(x)$  is computed.

[0087] On the other hand, as shown in drawing 17 (B), as for the light-receiving data which performed read-out after  $T$  which is the 4 times as many storage time as this, peak value is set to 128 to the last read-out (the storage time  $T$  of a charge / 4) of the attention pixel  $g1$ . In addition, this "128" is about 4 times 30.

[0088] Thus, an SN ratio becomes large rather than the light-receiving data  $S11$  with which, as for the light-receiving data  $S21$  with which the storage time performed read-out after  $T$ , the storage time performed read-out after  $T/4$ . moreover, as shown in drawing 17 (C), when the peak value of the light-receiving data with which the storage time performed read-out after  $T/4$  to the attention pixel  $g2$  is 110 The same approach as having followed the attention pixel  $g1$ , i.e., the method of performing a time amount center-of-gravity operation using the light-receiving data  $S21$  which performed read-out after  $T$  of the 4 times as many storage time as this to the last read-out (the storage time  $T$  of a charge / 4) of the attention pixel  $g2$ , is inapplicable as it is. It is because the light-receiving data  $S21$  are saturated with Section SR to two or more frames as shown in the continuous line of drawing 17 (D) when it applies then.

[0089] In this case, the value  $S12$  which multiplied the light-receiving data  $S11$  by 4 as a value of the light-receiving data  $S21$  in Section SR is used. By carrying out like this, the light-receiving data with a large SN ratio also about the attention pixel  $g2$  can be obtained.

[0090] By performing processing mentioned above about the attention pixel of the arbitration in the effective frame  $A_e$ , the effect of a noise signal will become small and the result of the time amount center-of-gravity operation obtained can ask for an accurate three-dimension image.

[0091] Next, the processing in the case of performing a space center-of-gravity operation is explained. Drawing and drawing 19 which show mutually different attention pixel trains [ in / in

drawing 18 / the effective light-receiving field  $A_e$  ] L1 and L2 are drawing showing an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage times of a charge are  $T/4$  and  $T$ , respectively to the attention pixel trains L1 and L2.

[0092] Drawing in which drawing 19 (A) shows an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T/4$  to the attention pixel train L1, Drawing in which drawing 19 (B) shows an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T$  to the attention pixel train L1, Drawing in which drawing 19 (C) shows an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T/4$  to the attention pixel train L2, and drawing 19 (D) are drawings showing an example of distribution of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T$  to the attention pixel train L2.

[0093] If a space center-of-gravity operation is performed about the attention pixel train L1 to the saturation value "255" of light-receiving data to the attention pixel train L1 when quite small when the peak value of the light-receiving data in each frame in case the storage time of a charge is  $T/4$  is 30 that is, as shown in drawing 19 (A), precision will get bad [ the result of an operation ]. It is because the SN ratio of the attention pixel train L1 is bad.

[0094] In addition, in calculating the space center of gravity  $M_{peak}$ , the output (x) from image sensors 53 is sampled a fixed period. Corresponding to the timing of each sampling, the grand total  $\sigma(x-i)$  of the product (x-i) of the location (i) and output (x) and grand total [ of an output (x) ]  $\sigma(x)$  are computed about the pixel in predetermined light-receiving width of face. From these, space center-of-gravity  $M_{peak} = \sigma(x-i) / \sigma(x)$  is computed.

[0095] In this case, by reading the attention pixels  $g_1$  and  $g_2$  which the time amount center-of-gravity operation mentioned above explained by the way with the attention pixel trains L1 and L2, respectively, and changing them, the result of the space center-of-gravity operation obtained becomes what has the small effect of a noise signal, and it can ask for an accurate three-dimension image.

[0096] In an above-mentioned operation gestalt, although the light-receiving data  $S(T/4)$  are outputted as the 1st frame  $F(T/4)$  from image sensors 53 and light-receiving data  $S(T)$  is separately outputted as the 2nd frame  $F(T)$  by one frame by one frame The buffer memory for carrying out the sequential storage of the light-receiving data for each frame for every pixel may be prepared separately [ image sensors 53 ], and you may constitute so that the light-receiving data of each frame may be collectively outputted from the buffer memory.

[0097] In an above-mentioned operation gestalt, although the light-receiving data  $S(T/4)$  whose storage time of a charge is  $T/4$ , and light-receiving data [ which is the 4 times as many time amount  $T$  as this ]  $S(T)$  are used, the storage time of a charge is able to replace with light-receiving data  $S(T)$ , and to use light-receiving data, such as twice, 3 times, 6 times, and 8 times, to the light-receiving data  $S(T/4)$ . In order to compute the light-receiving data  $S_{12}$  of a value according to those scale factors to the light-receiving data  $S_{11}$  in those cases, a data-conversion table may be used.

[0098] In an above-mentioned operation gestalt, the three-dimension camera 2, a host 3, the whole instrumentation system 1 or the configuration of each part, the contents of processing or sequence, processing timing, etc. can be suitably changed in accordance with the main point of this invention.

[0099]

[Effect of the Invention] According to this invention, the output which has not been saturated from an image pickup device can be obtained. According to invention of claim 3 and claim 4, the good output of an SN ratio can be obtained from an image pickup device.

[0100] Therefore, it becomes possible to raise the SN ratio of the light-receiving data outputted from the image sensors in which nondestructive read, such as MOS mold image sensors, is possible, and to ask for an accurate three-dimension image.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the instrumentation system concerning this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the appearance of a three-dimension camera.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the functional configuration of a three-dimension camera.

[Drawing 4] It is the mimetic diagram showing the configuration of a floodlighting lens system.

[Drawing 5] It is the principle Fig. of calculation of the three-dimension location in an instrumentation system.

[Drawing 6] It is drawing showing the read-out range of image sensors.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram of the configuration of image sensors.

[Drawing 8] It is drawing showing the relation of the Rhine and the frame in the image pick-up side of image sensors.

[Drawing 9] It is drawing showing the light-receiving data storage condition of each frame in memory.

[Drawing 10] It is drawing showing the light-receiving data storage condition of each frame in memory.

[Drawing 11] It is drawing showing the light-receiving data storage condition of each frame in memory.

[Drawing 12] It is drawing showing the data flow in a three-dimension camera.

[Drawing 13] It is the flow chart which shows the procedure of the three-dimension location operation in a host.

[Drawing 14] It is drawing showing the relation between each point of optical system, and a body.

[Drawing 15] It is the block diagram showing the configuration of a selection circuitry.

[Drawing 16] It is drawing showing the attention pixel in an effective light-receiving field.

[Drawing 17] It is drawing showing the example of distribution of light-receiving data in case the storage times are  $T/4$  and  $T$ .

[Drawing 18] It is drawing showing the attention pixel train in an effective light-receiving field.

[Drawing 19] It is drawing showing the example of distribution of light-receiving data in case the storage times are  $T/4$  and  $T$ .

### [Description of Notations]

2 Three-Dimension Camera (Three-Dimension Input Unit)

40 Optical System (Floodlighting Means)

43 Galvanomirror (Scan Means)

53 Image Sensors (Image Pickup Device)

61 System Controller (Control Means)

75 Selection Circuitry (Selection Means, Operation Means)

Ae Effective light-receiving field (service area)

S2 Image pick-up side

U Slit light (detection light)

Q Body

S (T/4) Light-receiving data (the 1st photo-electric-conversion signal)

S (T) Light-receiving data (the 2nd photo-electric-conversion signal)

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

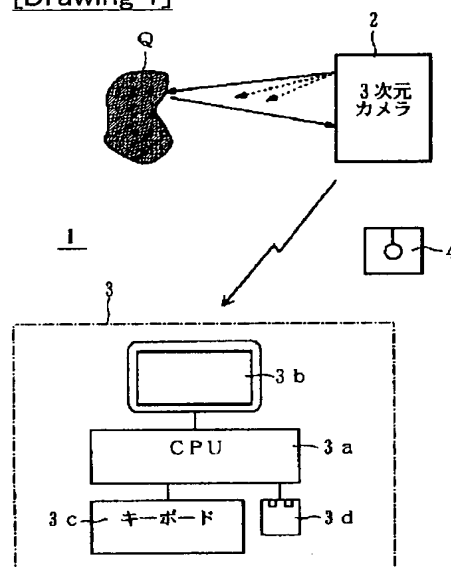
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

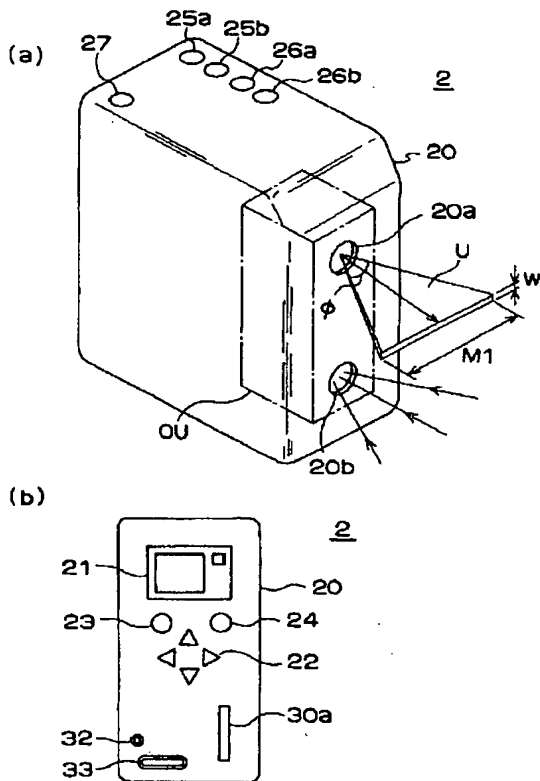
DRAWINGS

[Drawing 1]

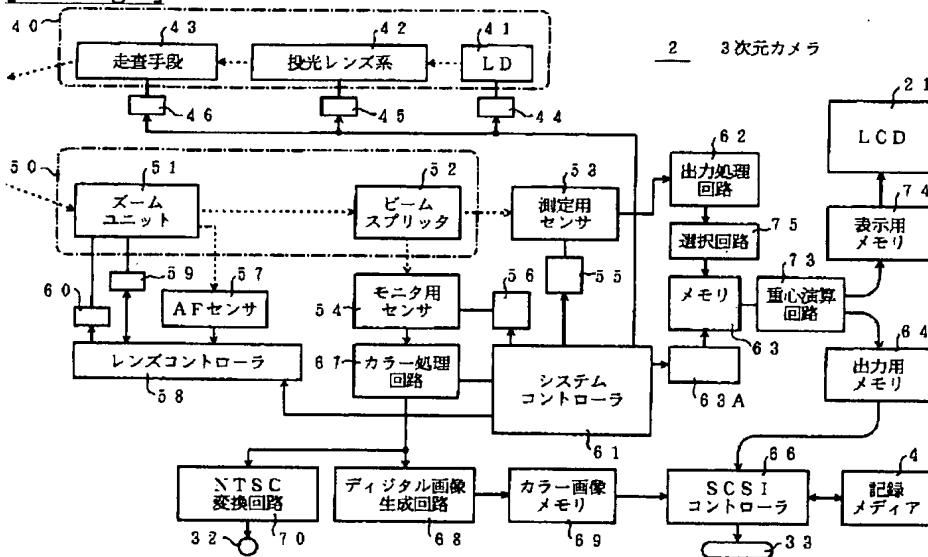


[Drawing 2]

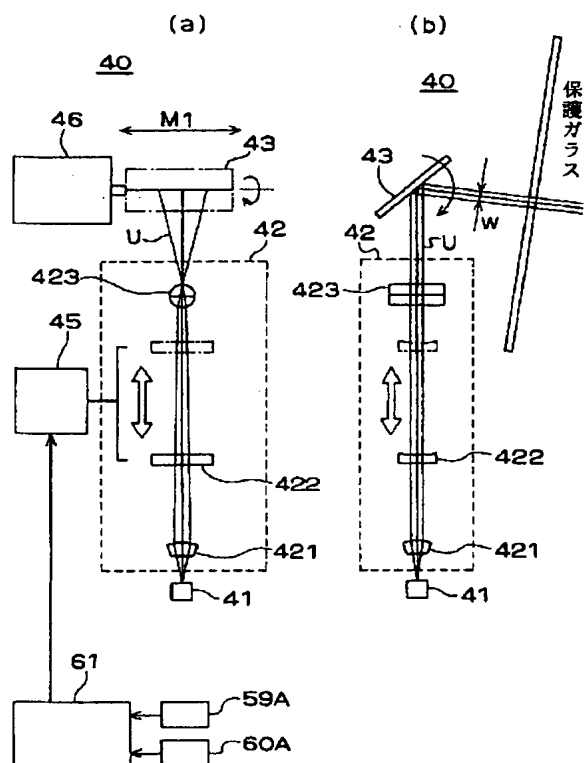




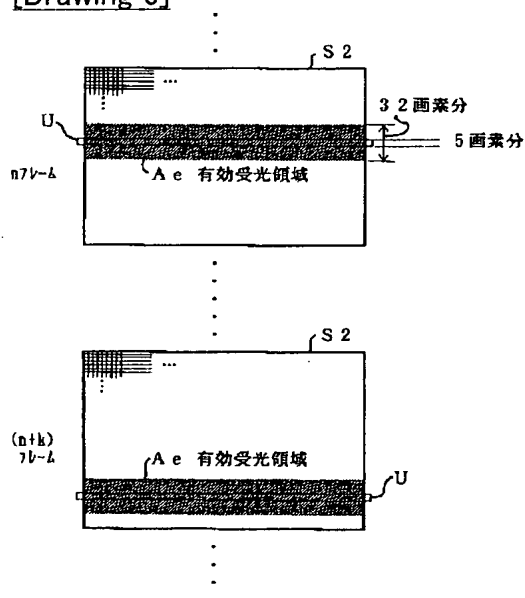
[Drawing 3]



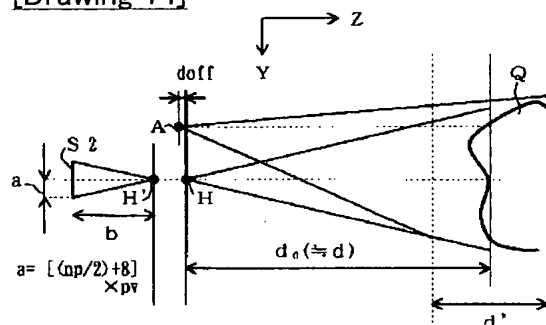
[Drawing 4]



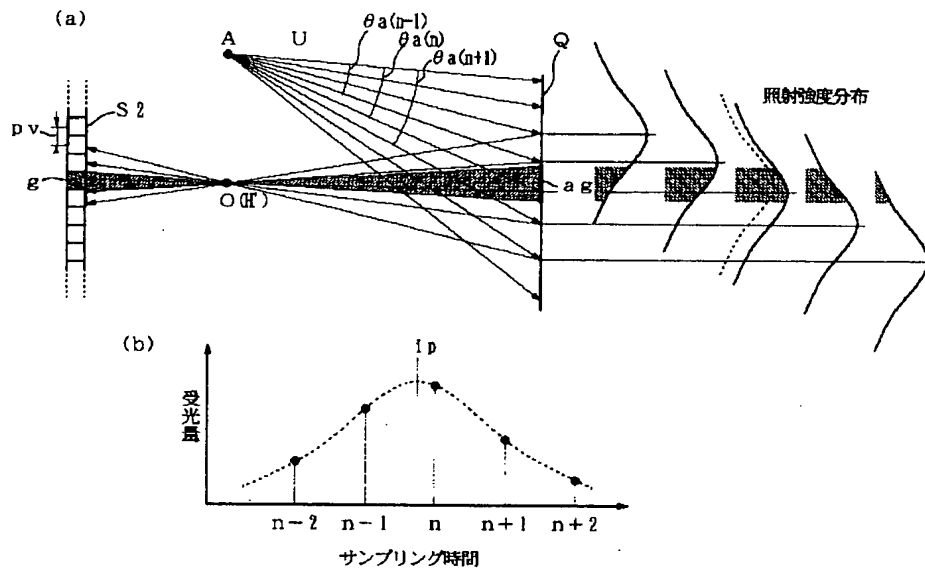
[Drawing 6]



[Drawing 14]

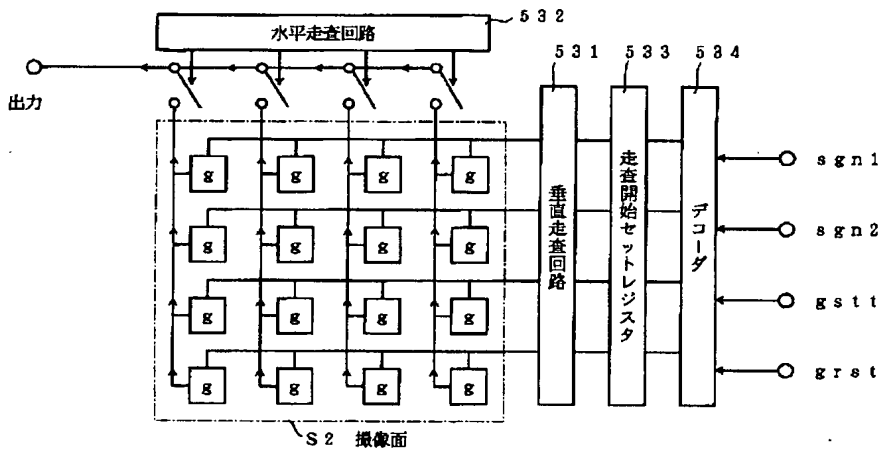


[Drawing 5]

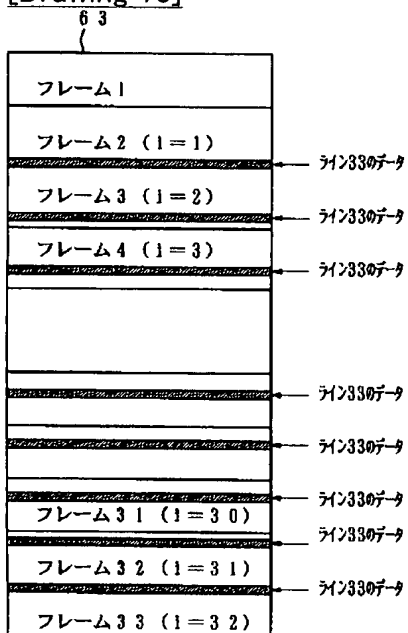


[Drawing 7]

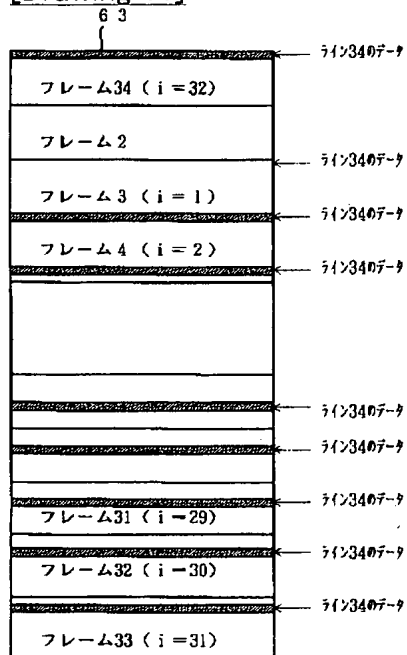
53



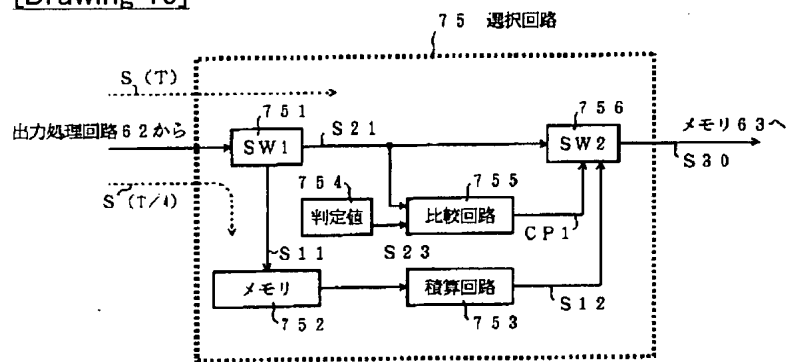
[Drawing 10]



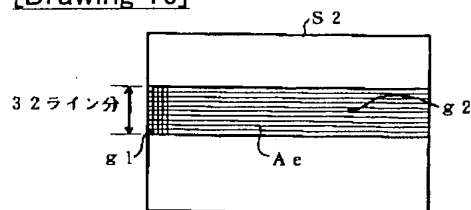
[Drawing 11]



[Drawing 15]



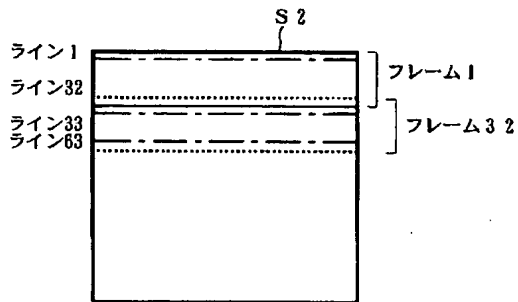
[Drawing 16]



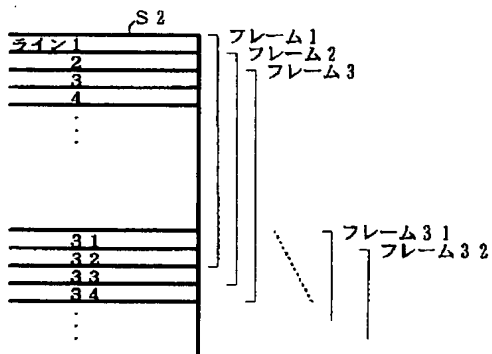
[Drawing 8]

(A)

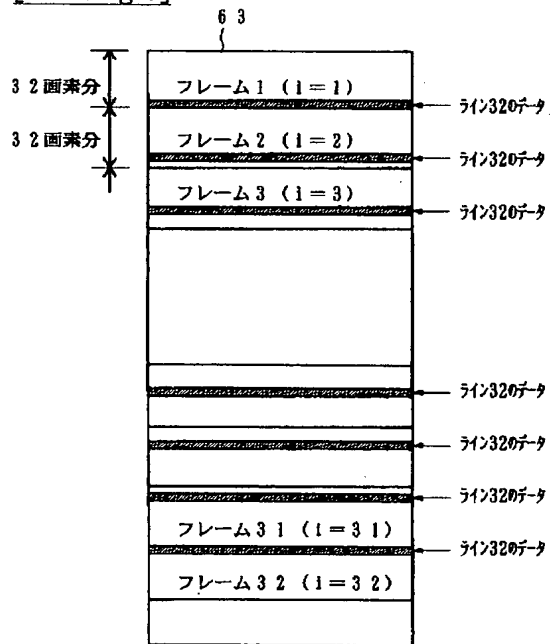
(53 イメージセンサ)



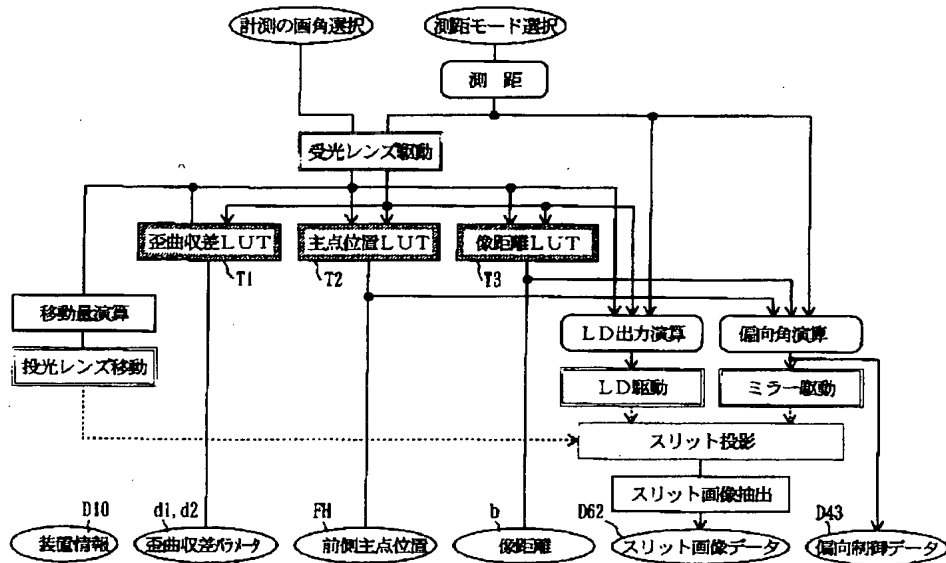
(B)



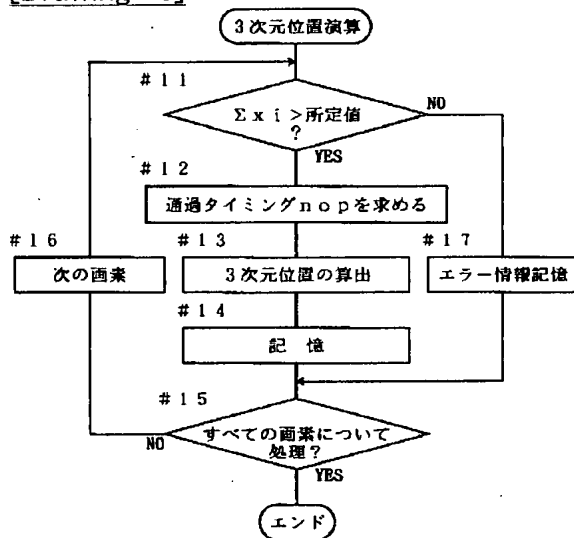
[Drawing 9]



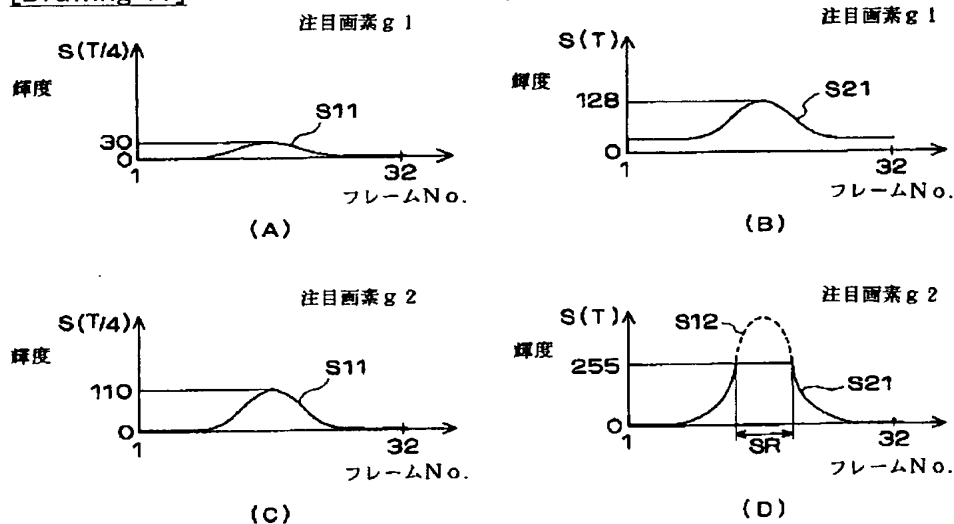
[Drawing 12]



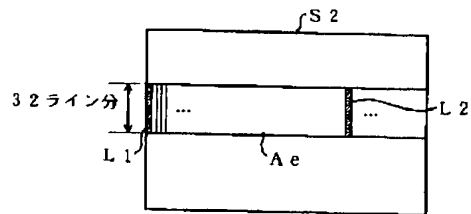
[Drawing 13]



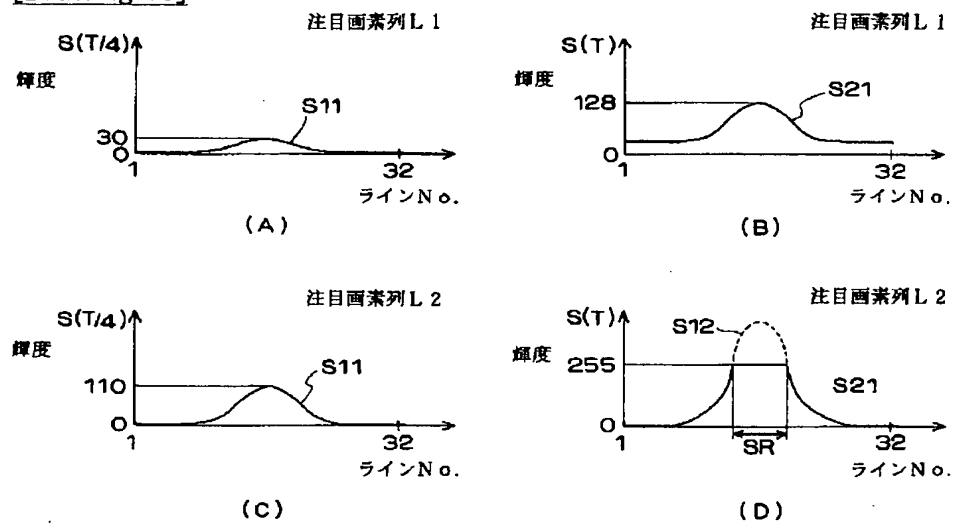
[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-105111  
(P2000-105111A)

(43)公開日 平成12年4月11日(2000.4.11)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 B 11/24

識別記号

F I  
G 0 1 B 11/24

テーマコード(参考)  
K 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平10-274639

(22)出願日 平成10年9月29日(1998.9.29)

(71)出願人 000006079  
ミノルタ株式会社  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル  
(72)発明者 宮崎 誠  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内  
(72)発明者 糊田 寿夫  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内  
(74)代理人 100086933  
弁理士 久保 幸雄

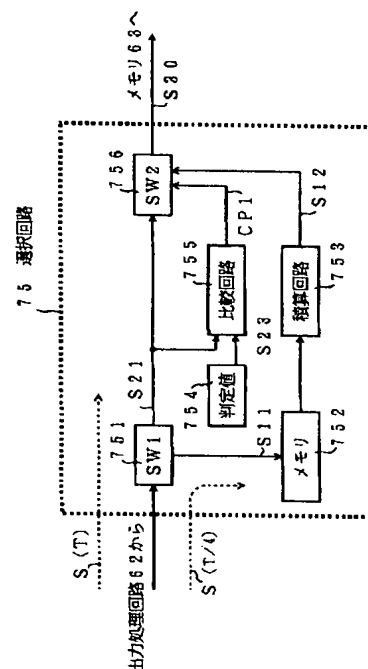
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 3次元入力装置

(57)【要約】

【課題】MOS型イメージセンサなどの非破壊読出しが可能なイメージセンサから出力される受光データのS/N比を向上させて精度のよい3次元画像を求めることのできる3次元入力装置を提供すること。

【解決手段】物体に検出光を照射する投光手段と、検出光の照射方向を偏向させて物体を光学的に走査するための走査手段と、2次元の撮像面を有し物体で反射した検出光を受光して光電変換する撮像デバイスと、撮像デバイスを、各画素について電荷の蓄積時間が互いに異なる複数の光電変換信号を出力するように制御する制御手段と、複数の光電変換信号のうち、飽和していない光電変換信号を選択する選択手段75と、を有する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物体に検出光を照射する投光手段と、  
前記検出光の照射方向を偏向させて前記物体を光学的に走査するための走査手段と、  
2次元の撮像面を有し前記物体で反射した前記検出光を受光して光電変換する撮像デバイスと、  
前記撮像デバイスを、各画素について電荷の蓄積時間が互いに異なる複数の光電変換信号を出力するように制御する制御手段と、  
前記複数の光電変換信号のうち、飽和していない光電変換信号を選択する選択手段と、  
を有することを特徴とする3次元入力装置。

【請求項2】前記制御手段は、第1の蓄積時間が経過すると、前記撮像デバイスに対して非破壊読み出しを行うとともに、さらに電荷蓄積を第2の蓄積時間まで継続するように制御する、

請求項1記載の3次元入力装置。

【請求項3】前記選択手段は、飽和していない光電変換信号のうち、最も蓄積時間の長い光電変換信号を選択する、

請求項1又は請求項2記載の3次元入力装置。

【請求項4】物体に検出光を照射する投光手段と、  
前記検出光の照射方向を偏向させて前記物体を光学的に走査するための走査手段と、  
2次元の撮像面を有し前記物体で反射した前記検出光を受光して光電変換する撮像デバイスと、  
前記撮像デバイスを、各画素について、電荷の蓄積時間が所定の時間 $T/n$ である第1光電変換信号と、電荷の蓄積時間が前記第1光電変換信号の $n$ 倍の時間 $T$ である第2光電変換信号とを出力するように制御する制御手段と、  
前記第2光電変換信号が飽和していない場合には前記第2光電変換信号を用い、前記第2光電変換信号が飽和している場合には前記第1光電変換信号の $n$ 倍の大きさの信号を用いて演算を行う演算手段と、  
を有することを特徴とする3次元入力装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物体にスリット光又はスポット光を照射して物体形状を非接触で計測する3次元入力装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レンジファインダと呼ばれる非接触型の3次元計測システムは、接触型に比べて高速の計測が可能であることから、CGシステムやCADシステムへのデータ入力、身体計測、ロボットの視覚認識などに利用されている。

【0003】レンジファインダに好適な計測方法としてスリット光投影法（光切断法ともいう）が知られている。この方法は、物体を光学的に走査して3次元画像

（距離画像）を得る方法であり、特定の検出光を照射して物体を撮影する能動的計測方法の一種である。3次元画像は、物体上の複数の部位の3次元位置を示す画素の集合である。スリット光投影法では、検出光として断面が直線状のスリット光が用いられる。物体で反射したスリット光は受光センサ（撮像デバイス、イメージセンサ）の撮像面に結像する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このようなレンジファインダでは、受光センサに受光されるスリット光の光量は、物体の反射率によって変化する。したがって、受光センサの電荷蓄積時間を所定の時間に固定していると、反射率が高い場合には受光センサの出力が飽和してしまう。これとは逆に、反射率が低い場合には、受光センサの出力が低過ぎてSN比が悪くなるという問題がある。

【0005】一方、物体の3次元形状（距離分布）を求めるには、スリット光の受光位置又は受光タイミングを正確に検出する必要がある。本出願人は、位置的又は時間的に前後にわたって出力されるセンサ出力に基づいて重心演算を行うことにより、受光位置又は受光タイミングを正確に検出する構成を提案した（特開平7-174536号、特開平9-145319号）。重心演算を行う場合には、受光センサの出力が正確である必要があるが、上記のようにSN比が悪い場合、又は受光センサの出力が飽和している場合には、正確な重心演算が行えない。

【0006】この問題に対し、従来は、一度スリット光を投影してそのときの受光センサの出力を得て、その出力に基づいて、適切な蓄積時間を設定するようにしていた。しかし、このようにして設定された蓄積時間は、受光センサの全ての画素について共通の蓄積時間であるため、物体の反射率が局部的に低いか又は高い場合には、依然として上記の問題が生じていた。

【0007】本発明は、上述の問題に鑑みてなされたもので、撮像デバイスからの飽和していない出力を得ることを目的とする。さらに、請求項3及び請求項4の発明では、撮像デバイスからSN比の良好な出力を得ることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る装置は、物体に検出光を照射する投光手段と、前記検出光の照射方向を偏向させて前記物体を光学的に走査するための走査手段と、2次元の撮像面を有し前記物体で反射した前記検出光を受光して光電変換する撮像デバイスと、前記撮像デバイスを、各画素について電荷の蓄積時間が互いに異なる複数の光電変換信号を出力するように制御する制御手段と、前記複数の光電変換信号のうち、飽和していない光電変換信号を選択する選択手段と、を有する。

【0009】請求項2の発明に係る装置では、前記制御

手段は、第1の蓄積時間が経過すると、前記撮像デバイスに対して非破壊読み出しを行うとともに、さらに電荷蓄積を第2の蓄積時間まで継続するように制御する。

【0010】請求項3の発明に係る装置では、前記選択手段は、飽和していない光電変換信号のうち、最も蓄積時間の長い光電変換信号を選択する。請求項4の発明に係る装置は、物体に検出光を照射する投光手段と、前記検出光の照射方向を偏向させて前記物体を光学的に走査するための走査手段と、2次元の撮像面を有し前記物体で反射した前記検出光を受光して光電変換する撮像デバイスと、前記撮像デバイスを、各画素について、電荷の蓄積時間が所定の時間 $T/n$ である第1光電変換信号と、電荷の蓄積時間が前記第1光電変換信号の $n$ 倍の時間 $T$ である第2光電変換信号とを出力するように制御する制御手段と、前記第2光電変換信号が飽和していない場合には前記第2光電変換信号を用い、前記第2光電変換信号が飽和している場合には前記第1光電変換信号の $n$ 倍の大きさの信号を用いて演算を行う演算手段と、を有する。

【0011】なお、本明細書において、「非破壊読み出し」とは、撮像デバイスから受光データを読み出した際に、リセット信号を別途与えない限りその受光データ（電荷）が撮像デバイスにそのまま残るような読み出し方法をいう。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る計測システム1の構成図である。計測システム1は、スリット光投影法によって立体計測を行う3次元カメラ（レンジファインダ）2と、3次元カメラ2の出力データを処理するホスト3とから構成されている。

【0013】3次元カメラ2は、物体Q上の複数のサンプリング点の3次元位置を特定する計測データとともに、物体Qのカラー情報を示す2次元画像及びキャリブレーションに必要なデータを出力する。三角測量法を用いてサンプリング点の座標を求める演算処理はホスト3が担う。

【0014】ホスト3は、CPU3a、ディスプレイ3b、キーボード3c、及びマウス3dなどから構成されたコンピュータシステムである。CPU3aには計測データ処理のためのソフトウェアが組み込まれている。ホスト3と3次元カメラ2の間では、オンライン及び可搬型の記録メディア4によるオフラインの両方の形態のデータ受渡しが可能である。記録メディア4としては、光磁気ディスク（MO）、ミニディスク（MD）、メモリカードなどがある。

【0015】図2は3次元カメラ2の外観を示す図である。ハウジング20の前面に投光窓20a及び受光窓20bが設けられている。投光窓20aは受光窓20bに対して上側に位置する。内部の光学ユニットOUが射出するスリット光（所定幅 $w$ の帯状のレーザビーム）U

は、投光窓20aを通して計測対象の物体（被写体）に向かう。スリット光Uの長さ方向M1の放射角度 $\theta$ は固定である。物体の表面で反射したスリット光Uの一部が受光窓20bを通して光学ユニットOUに入射する。なお、光学ユニットOUは、投光軸と受光軸との相対関係を適正化するための2軸調整機構を備えている。

【0016】ハウジング20の上面には、ズーミングボタン25a、25b、手動フォーカシングボタン26a、26b、及びシャッターボタン27が設けられている。図2（b）のように、ハウジング20の背面には、液晶ディスプレイ21、カーソルボタン22、セレクトボタン23、キャンセルボタン24、アナログ出力端子32、ディジタル出力端子33、及び記録メディア4の着脱口30aが設けられている。

【0017】液晶ディスプレイ（LCD）21は、操作画面の表示手段及び電子ファインダとして用いられる。撮影者は背面の各ボタン21～24によって撮影モードの設定を行うことができる。アナログ出力端子32からは、2次元画像信号が例えばNTSC形式で出力される。ディジタル出力端子33は例えばSCSI端子である。

【0018】図3は3次元カメラ2の機能構成を示すブロック図である。図中の実線矢印は電気信号の流れを示し、破線矢印は光の流れを示している。3次元カメラ2は、上述の光学ユニットOUを構成する投光側及び受光側の2つの光学系40、50を有している。光学系40において、半導体レーザ（LD）41が射出する波長685nmのレーザビームは、投光レンズ系42を通過することによってスリット光Uとなり、ガルバノミラー（走査手段）43によって偏向される。半導体レーザ41のドライバ44、投光レンズ系42の駆動系45、及びガルバノミラー43の駆動系46は、システムコントローラ61によって制御される。

【0019】光学系50において、ズームユニット51によって集光された光はビームスプリッタ52によって分光される。半導体レーザ41の発振波長帯域の光は、計測用のイメージセンサ53に入射する。可視帯域の光は、モニタ用のカラーセンサ54に入射する。イメージセンサ53はMOS型センサであり、カラーセンサ54はCCDエリアセンサである。ズームユニット51は内焦型であり、入射光の一部がオートフォーカシング（AF）に利用される。AF機能は、AFセンサ57とレンズコントローラ58とフォーカシング駆動系59によって実現される。ズーミング駆動系60は電動ズーミングのために設けられている。

【0020】イメージセンサ53による撮像情報は、ドライバ55からのクロックに同期して選択回路75を介してメモリ63に格納される。また、イメージセンサ53は、ドライバ55からの制御信号により、受光データの非破壊読み出しが行われるように制御され、その結果、

電荷の蓄積時間が $T/4$ である受光データ $S(T/4)$ と、その4倍の時間 $T$ である受光データ $S(T)$ とが出力される。

【0021】カラーセンサ54による撮像情報は、ドライバ56からのクロックに同期してカラー処理回路67へ転送される。カラー処理を受けた撮像情報は、NTSC変換回路70及びアナログ出力端子32を経てオンライン出力され、又はデジタル画像生成部68で量子化されてカラー画像メモリ69に格納される。その後、カラー画像データがカラー画像メモリ69からSCSIコントローラ66へ転送され、デジタル出力端子33からオンライン出力され、又は計測データと対応づけて記録メディア4に格納される。なお、カラー画像は、イメージセンサ53による距離画像と同一の画角の像であり、ホスト3側におけるアプリケーション処理に際して参考情報として利用される。カラー情報を利用する処理としては、例えばカメラ視点の異なる複数組の計測データを組み合わせて3次元形状モデルを生成する処理、3次元形状モデルの不要の頂点を間引く処理などがある。システムコントローラ61は、図示しないキャラクタジェネレータに対して、LCD21の画面上に適切な文字や記号を表示するための指示を与える。

【0022】出力処理回路62は、イメージセンサ53の出力する各画素 $g$ の光電変換信号を増幅する増幅器、及び光電変換信号を8ビット又は10ビットの受光データに変換するAD変換部を有している。出力処理回路62からは、受光データ $S(T/4)$ 及び受光データ $S(T)$ がデジタル値として出力される。

【0023】選択回路75は、受光データ $S(T/4)$ 及び受光データ $S(T)$ に対して次の処理を行う。すなわち、受光データ $S(T)$ が飽和していない場合にはその受光データ $S(T)$ を出力し、受光データ $S(T)$ が飽和している場合には、受光データ $S(T/4)$ の4倍の大きさのデータを出力する。選択回路75は本発明における選択手段に相当する。選択回路75の構成及び動作の詳細については後述する。

【0024】メモリ63は、 $200 \times 32 \times 33$  Byteの記憶容量を持つ読み書き可能なメモリであり、出力処理回路62から出力される受光データを記憶する。メモリ制御回路63Aは、メモリ63への書き込み及び読出しのアドレス指定を行う。

【0025】重心演算回路73は、メモリ63に記憶された受光データに基づいて、計測対象の物体の形状に対応した濃淡画像を生成して表示用メモリ74に出力し、また、3次元位置を算出するための基となるデータを算出し出力用メモリ64に出力する。LCD21の画面には、表示用メモリ74に記憶された濃淡画像、カラー画像メモリ69に記憶されたカラー画像などを表示する。

【0026】図4は投光レンズ系42の構成を示す模式図である。図4(a)は正面図であり、図4(b)は側

面図である。投光レンズ系42は、コリメータレンズ421、バリエータレンズ422、及びエキスパンダレンズ423の3つのレンズから構成されている。半導体レーザー41が射出したレーザビームに対して、次の順序で適切なスリット光 $U$ を得るための光学的処理が行われる。まず、コリメータレンズ421によってビームが平行化される。次にバリエータレンズ422によってレーザビームのビーム径が調整される。最後にエキスパンダレンズ423によってビームがスリット長さ方向 $M1$ に

【0027】バリエータレンズ422は、撮影距離及び撮影の画角に係わらず、イメージセンサ53に3以上の複数画素分の幅のスリット光 $U$ を入射させるために設けられている。駆動系45は、システムコントローラ61の指示に従って、イメージセンサ53上でのスリット光 $U$ の幅 $w$ を一定に保つようにバリエータレンズ422を移動させる。バリエータレンズ422と受光側のズームユニット51とは連動する。

【0028】ガルバノミラー43による偏向の以前にスリット長を拡げることにより、偏向の後で行う場合に比べてスリット光 $U$ の歪みを低減することができる。エキスパンダレンズ423を投光レンズ系42の最終段に配置することにより、すなわちガルバノミラー43に近づけることにより、ガルバノミラー43を小型化することができる。

【0029】図5は計測システム1における3次元位置の算出の原理図である。同図では理解を容易にするため、受光量のサンプリングについて5回分のみが示されている。

【0030】イメージセンサ53の撮像面 $S2$ 上で複数画素分となる比較的幅の広いスリット光 $U$ を物体 $Q$ に照射する。具体的にはスリット光 $U$ の幅を5画素分とする。スリット光 $U$ は、サンプリング周期毎に撮像面 $S2$ 上で1画素ピッチ $p_v$ だけ移動するように、図5の上から下に向かって偏向され、それによって物体 $Q$ が走査される。イメージセンサ53からは、サンプリング周期毎に、受光データ $S(T/4)$ と受光データ $S(T)$ とが出力される。これらの出力は、1つの有効受光領域 $A_e$ について、1フレーム分の受光データ $S(T/4)$ からなる第1フレーム $F(T/4)$ と、1フレーム分の受光データ $S(T)$ からなる第2フレーム $F(T)$ とが出力される。つまり、合計2フレーム分の受光データが出力されることになる。なお、このときの偏向は実際には等角速度で行われる。

【0031】撮像面 $S2$ の1つの画素 $g$ に注目すると、本実施形態においては、走査中に行う32回のサンプリングによって32回分の受光データが得られる。これら32回分の受光データに対する重心演算によって、注目画素 $g$ がらむ範囲の物体表面 $a_g$ をスリット光 $U$ の光軸が通過するタイミング(時間重心 $N_{peak}$ 又は重心

受光領域  
4(有効受光領域)  
を(行)

ip)を求める。

【0032】物体Qの表面が平面であって光学系の特性によるノイズがない場合には、注目画素gの受光量は、図5(b)に示すように、スリット光Uが通過するタイミングにおいて多くなり、通常、正規分布に近くなる。同図のようにn回目とその1つ前の(n-1)回目の間のタイミングで受光量が最大であった場合には、そのタイミングが時間重心Npeakとほぼ一致する。

【0033】求めた時間重心Npeakにおけるスリット光の照射方向と、注目画素に対するスリット光の入射方向との関係に基づいて、物体Qの位置(座標)を算出する。これにより、撮像面の画素ピッチpvで規定される分解能より高い分解能の計測が可能となる。

【0034】なお、注目画素gの受光量は物体Qの反射率に依存する。しかし、サンプリングの各受光量の相対比は受光の絶対量に係わらず一定である。つまり、物体色の濃淡は計測精度に影響しない。

【0035】図6はイメージセンサ53の読出し範囲を示す図である。図6に示すように、イメージセンサ53における1フレームの読出しは、撮像面S2の全体ではなく、高速化を図るために撮像面S2の一部である有効受光領域(帯状画像)Aeのみを対象に行われる。有効受光領域Aeは、スリット光Uのある照射タイミングにおける物体Qの計測可能距離範囲d'(図14参照)に対応する撮像面S2上の領域であり、スリット光Uの偏向に伴ってサンプリング周期毎に1画素分ずつシフトする。本実施形態では、有効受光領域Aeのシフト方向の画素数は32に固定されている。

【0036】上に述べたように、イメージセンサ53としてMOS型センサが用いられており、ランダムアクセスが可能である。したがって、撮像データの必要な画素のみを部分的に選択することができ、不必要な部分を読み出すことなく高速に読出しが行える。

【0037】図7はイメージセンサ53の構成の模式図である。イメージセンサ53は、撮像面S2の各画素gを順に指定して受光情報を読み出すいわゆるX-Yアドレス走査型の撮像デバイスであって、各画素gに対応したスイッチの制御によって任意の範囲の読出しが可能である。一般的には、垂直走査回路531と水平走査回路532とを構成するデジタルシフトレジスタに所定のタイミングでシフト信号を入力することにより、ライン順次の読出しが行われる。ラインは水平方向の画素列である。本実施形態において、水平方向は物体Qの走査における主走査方向に相当する方向であり、垂直方向は副走査方向(スリット光の偏向方向)に相当する方向である。ただし、イメージセンサ53の配置の向きは光学系の構成に応じて変更可能であるので、ここでの垂直方向が必ずしも実空間での鉛直方向と一致するとは限らない。

【0038】イメージセンサ53においては、垂直走査

回路531に対して走査開始ラインを示すレジスタ初期値を与える走査開始セットレジスタ533が設けられ、これによって上述の有効受光領域Ae(帯状画像)の読出しが実現される。

【0039】走査開始セットレジスタ533へは走査開始位置を表すデータ信号sgn1、及び走査終了位置を表すデータ信号sgn2を入力することで、どの位置の有効受光領域Aeの撮影像(帯状画像)を読み出すかを指示する。また、読み出し開始信号gsttとリセット信号grstとを別々に入力することにより、非破壊読出しが行われる。すなわち、読み出し開始信号gsttのみを入力することにより非破壊読出しが行われ、その後リセット信号grstが入力されるまで電荷蓄積が継続される。

【0040】また、撮像面S2の画素数が増加するとデータ信号sgn1のビット数が増えるので、入力端子の低減の上でデータ信号sgn1のデコーダ534を設けるのが望ましい。読出し開始時には、走査開始セットレジスタ533の内容を垂直走査回路531に並列転送することで走査開始位置及び走査終了位置がセットされたことになる。

【0041】帯状画像の読出しは、水平走査を繰り返すのではなく垂直走査を繰り返すことにより行う。まず、イメージセンサ53は、水平方向に沿って配列された列の1列目に対して垂直走査を開始位置から終了位置まで行うことで垂直方向に並ぶ33(=32+1)個の画素からなる画素列から光電変換信号を出力する。ただし、メモリ63への格納の対象になるのは32画素分の光電変換信号である。続いて、読出しを行う列を水平方向に1画素分シフトさせ、2列目に対して垂直走査を行って33画素分の光電変換信号を出力する。このような動作を繰り返すことで指定された位置の帯状画像を出力する。

【0042】以上の要領で読出しを行うことにより、撮像面S2の全領域の画像を読み出す場合よりはるかに短い時間(読み出す行の数/全領域の行数)で1フレームの読出しが完了する。

【0043】垂直方向に並ぶ33画素分の範囲の読出しを行う理由は次のとおりである。イメージセンサ53は、蓄積時間がTとなったときに受光データS(T)が読み出されると、その後にリセットされて次の電荷蓄積を開始するのに対し、そのときに読み出されなかった領域は電荷の蓄積が継続して行われる。次の読み出しの対象が同じ領域であれば問題はないが、異なる領域を読み出す場合には、n回目と(n+1)回目の読出しで蓄積時間の異なる画像情報が混在することになる。すなわち、光投影法による3次元測定においては、スリット光Uの偏向とともに読み出しの必要な有効受光領域Aeが副走査方向(撮像面の垂直方向)にシフトする。したがって、n回目と(n+1)回目とで重複して読み出され

る領域の画像は前回（ $n$ 回目）の読出しから今回（ $n+1$ ）回目の読み出しまでの蓄積時間の画像が読み出されるのに対し、有効受光領域  $A_e$  のシフトによって今回に新たに読み出される領域の画像は1回目の撮影から継続して光電変換をした画像となってしまふ。そこで、本実施形態においては、読み出し対象領域を今回に必要な領域と次回に必要な領域の双方を包含する領域に設定する。こうすることで、次回に読出しが必要な領域については必ず前回に電荷蓄積がクリアされることになり、蓄積時間の異なる画素からなる画像を取り込んでしまうという問題を回避することができる。

【0044】図8はイメージセンサ53の撮像面S2におけるラインとフレームとの関係を示す図、図9～11はメモリ63における各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

【0045】図8に示すように、撮像面S2の最初のフレームであるフレーム1には、ライン1からライン32までの32（ライン） $\times$ 200画素分の受光データが含まれる。フレーム2はライン2からライン33まで、フレーム3はライン3からライン34までというように、フレーム毎に1ライン分だけシフトされる。フレーム32はライン32からライン63までである。なお、上述したように1ラインを200画素としている。

【0046】選択回路75から順次転送される画像データは、図9に示す状態でメモリ63に記憶される。つまり、メモリ63には、フレーム1、2、3…の順に受光データが記憶される。

【0047】各フレームに含まれるライン32のデータは、フレーム1については32ライン目、フレーム2については31ライン目というように、フレーム毎に1ラインづつ上方にシフトされている。フレーム1からフレーム32までの受光データがメモリ63に記憶されると、ライン32の各画素について、時間重心  $N_{peak}$  の算出が行われる。

【0048】ライン32についての演算が行われている間に、フレーム33の受光データがメモリ63に転送されて記憶される。図10に示すように、フレーム33の受光データは、メモリ63のフレーム32の次の領域に記憶される。フレーム33のデータがメモリ63に記憶されると、これらフレーム2からフレーム33までに含まれるライン33の各画素について、時間重心  $N_{peak}$  の算出が行われる。

【0049】ライン33についての演算が行われている間に、フレーム34の受光データがメモリ63に転送されて記憶される。図11に示すように、フレーム34の受光データは、フレーム1の記憶されていた領域に上書きされる。この時点ではフレーム1のデータは処理済であるため、上書きにより消去しても差し支えないからである。フレーム34のデータがメモリ63に記憶されると、ライン34の各画素について、時間重心  $N_{peak}$

の算出が行われる。フレーム34の受光データについての処理が終わると、フレーム35の受光データがフレーム2の記憶されていた領域に上書きされる。

【0050】このようにして、最終のラインであるライン231まで、合計200ライン分についての時間重心  $N_{peak}$  の算出が行われる。上述のように、メモリ63に記憶された受光データのうち、順次不要になったデータの記憶された領域に新規の受光データを上書きして記憶するので、メモリ63の容量が低減される。

10 【0051】表示用メモリ74に記憶された重心  $i_p$  は、LCD21の画面に表示される。重心  $i_p$  は、計測対象の物体Qの表面の位置に関連し、物体Qの表面の位置が3次元カメラ2に近い場合に重心  $i_p$  の値が大きくなり、遠い場合に重心  $i_p$  の値が小さくなる。したがって、重心  $i_p$  を濃度データとして濃淡画像を表示させることにより距離分布を表現することができる。

【0052】次に、3次元カメラ2及びホスト3の動作を計測の手順と合わせて説明する。上述したように、計測のサンプリング点数を200 $\times$ 262とする。すなわち、撮像面S2におけるスリットUの幅方向の画素数は262であり、実質的なフレーム数Nは231である。

【0053】ユーザー（撮影者）は、LCD21が表示するカラーモニタ像を見ながら、カメラ位置と向きとを決め、画角を設定する。その際、必要に応じてズーム操作を行う。3次元カメラ2ではカラーセンサ54に対する絞り調整は行われず、電子シャッター機能により露出制御されたカラーモニタ像が表示される。これは、絞りを開放状態とすることによってイメージセンサ53の入射光量をできるだけ多くするためである。

30 【0054】図12は3次元カメラ2におけるデータの流れを示す図、図13はホスト3における3次元位置演算の処理手順を示すフローチャート、図14は光学系の各点と物体Qとの関係を示す図である。

【0055】ユーザーによる画角選択操作（ズーム）に応じて、ズームユニット51のバリエータ部514の移動が行われる。また、フォーカシング部512の移動による手動又は自動のフォーカシングが行われる。フォーカシングの過程でおおよその対物間距離  $d$  が測定される。

40 【0056】このような受光系のレンズ駆動に呼応して、投光側のバリエータレンズ422の移動量が図示しない演算回路によって算出され、算出結果に基づいてバリエータレンズ422の移動制御が行われる。

【0057】システムコントローラ61は、レンズコントローラ58を介して、フォーカシングエンコーダ59Aの出力（繰り出し量  $E_d$ ）及びズームエンコーダ60Aの出力（ズーム刻み値  $f_p$ ）を読み込む。システムコントローラ61の内部において、歪曲収差テーブルT1、主点位置テーブルT2、及び像距離テーブルT3が参照され、繰り出し量  $E_d$  及びズーム刻み値  $f_p$  に対

応した撮影条件データがホスト2へ出力される。ここでの撮影条件データは、歪曲収差パラメータ（レンズ歪み補正係数 $d_1$ 、 $d_2$ ）、前側主点位置 $FH$ 、及び像距離 $b$ である。前側主点位置 $FH$ は、ズームユニット51の前側端点 $F$ と前側主点 $H$ との距離で表される。前側端点 $F$ は固定であるので、前側主点位置 $FH$ により前側主点 $H$ を特定することができる。

【0058】システムコントローラ61は、半導体レーザ41の出力（レーザ強度）及びスリット光 $U$ の偏向条件（走査開始角、走査終了角、偏向角速度）を算定する。この算定方法を詳しく説明する。まず、おおよその対物間距離 $d$ に平面物体が存在するものとして、イメージセンサ53の中央で反射光を受光するように投射角設定を行う。以下で説明するレーザ強度の算定のためのパルス点灯は、この設定された投射角で行う。

【0059】次にレーザ強度を算定する。レーザ強度の算定に際しては、人体を計測する場合があるので、安全性に対する配慮が不可欠である。まず、最小強度 $LD_{min}$ でパルス点灯し、イメージセンサ53の出力を取り込む。取り込んだ信号 $[Son(LD_{min})]$ と適正レベル $Styp$ との比を算出し、仮のレーザ強度 $LD1$ を設定する。

【0060】 $LD1 = LD_{min} \times Styp / MAX [Son(LD_{min})]$

続いてレーザ強度 $LD1$ で再びパルス点灯し、イメージセンサ53の出力を取り込む。取り込んだ信号 $[Son(LD1)]$ が適正レベル $Styp$ 又はそれに近い値であれば、 $LD1$ をレーザ強度 $LDs$ と決める。他の場合には、レーザ強度 $LD1$ と $MAX [Son(LD1)]$ とを用いて仮のレーザ強度 $LD1$ を設定し、イメージセンサ53の出力と適正レベル $Styp$ とを比較する。イメージセンサ53の出力が許容範囲内の値となるまで、レーザ強度の仮設定と適否の確認とを繰り返す。なお、イメージセンサ53の出力の取り込みは、撮像面 $S2$ の全面を対象に行う。これは、 $AF$ による受動的な距離算出では、スリット光 $U$ の受光位置を高精度に推定すること\*

\*とが難しいためである。イメージセンサ53における $CD$ の積分時間は1フィールド時間（例えば $1/60$ 秒）であり、実際の計測時における積分時間より長い。このため、パルス点灯を行うことにより、計測時と等価なセンサ出力を得る。

【0061】次に、投射角と、レーザ強度が決定したときのスリット光 $U$ の受光位置から、三角測量により対物間距離 $d$ を決定する。最後に、決定された対物間距離 $d$ に基づいて、偏向条件を算出する。偏向条件の算定に際しては、対物間距離 $d$ の測距基準点である受光系の前側主点 $H$ と投光の起点 $A$ との $Z$ 方向のオフセット $doff$ を考慮する。また、走査方向の端部においても中央部と同様の計測可能距離範囲 $d'$ を確保するため、所定量（例えば8画素分）のオーバースキャンを行うようにする。走査開始角 $th1$ 、走査終了角 $th2$ 、偏向角速度 $\omega$ は、次式で表される。

$$th1 = \tan^{-1} \{ (\beta \times pv (np/2 + 8) + L) / (d + doff) \} \times 180 / \pi$$

$$th2 = \tan^{-1} \{ -\beta \times pv (np/2 + 8) + L \} / (d + doff) \} \times 180 / \pi$$

$$\omega = (th1 - th2) / np$$

$\beta$ ：撮像倍率（ $= d / \text{実効焦点距離 } f_{real}$ ）

$pv$ ：画素ピッチ

$np$ ：撮像面 $S2$ の $Y$ 方向の有効画素数

$L$ ：基線長

このようにして算出された条件で次に本発光に移り、物体 $Q$ の走査（スリット投影）が行われ、上述の出力処理回路62、メモリ63、及び重心演算回路73を経て出力用メモリ64に記憶されたデータ $D62$ がホスト2へ送られる。同時に、偏向条件（偏向制御データ）及びイメージセンサ53の仕様などを示す装置情報 $D10$ も、ホスト3へ送られる。表1は3次元カメラ2がホスト3へ送る主なデータをまとめたものである。

【0063】

【表1】

データの内容			データレンジ
計測データ	$\sum x_i$	$200 \times 200 \times 13\text{bit}$	
	$\sum i \cdot x_i$	$200 \times 200 \times 18\text{bit}$	
撮影条件	像距離 $b$		0.000~200.000
	前側主点位置 $FH$		0.00~300.00
	スリット偏向開始角度 $th1$		
	偏向角速度 $\omega$		
装置情報	計測の画素数（ザッピング数 $X, Y$ 方向）		1~
	センサ画素ピッチ $pu, pv$		~0.00516 ~
	投光系姿勢（ $X, Y, Z$ 軸周り）		0.00~±90.00
	投光系姿勢（ $X, Y, Z$ 軸方向）		0.00~±300.00
	レンズ歪み補正係数 $d_1, d_2$		
	センサ中心画素 $u_0, v_0$		0.00~256.00
2次元画像	Rプレーン	512×512 ×8bit	0~255
	Gプレーン	512×512 ×8bit	0~255
	Bプレーン	512×512 ×8bit	0~255

【0064】図13のように、ホスト3においては、3次元位置演算処理が実行され、これによって200×200個のサンプリング点（画素）の3次元位置（座標X, Y, Z）が算定される。サンプリング点はカメラ視線（サンプリング点と前側主点Hとを結ぶ直線）とスリット面（サンプリング点を照射するスリット光Uの光軸面）との交点である。

【0065】図13において、まず3次元カメラ2から送られてきた $x_i$ の総和 $\sum x_i$ が所定値を上回っているかどうかを判定する（#11）。 $x_i$ が小さい場合、つまりスリット光成分の総和 $\sum x_i$ が所定の基準に満たない場合には誤差を多く含んでいるので、その画素については3次元位置の算出を実行しない。そして、その画素については「エラー」を示すデータを設定して記憶する（#17）。 $\sum x_i$ が所定値を上回っている場合には十分な精度が得られるので、3次元位置の算出を実行する。

【0066】3次元位置の算出に先立って、スリット光Uの通過タイミングnopを算出する（#12）。通過タイミングnopは、 $i=1\sim 32$ について（ $\sum i \cdot x_i$ ）／（ $\sum x_i$ ）を計算して重心ip（時間重心Npeak）を求め、これにライン番号を加算することによ

＊て算出される。

【0067】すなわち、算出された重心ipは、その画素の出力が得られている32フレーム内のタイミングであるので、ライン番号を加えることによって走査開始からの通過タイミングnopに変換する。具体的には、ライン番号は、最初に算出されるライン32の画素については「32」、次のライン33については「33」となる。注目画素gのラインが1つ進む毎にライン番号は1つ増大する。しかし、これらの値は他の適当な値とすることが可能である。その理由は、3次元位置を算出する際に、係数である後述の（6）式におけるX軸周りの回転角（the1）及びX軸周りの角速度（the4）などをキャリブレーションにより適切に設定することができるからである。

【0068】そして3次元位置算出を行う（#13）。算出された3次元位置は、その画素に対応するメモリ領域に記憶し（#14）、次の画素について同様の処理を行う（#16）。総ての画素についての処理が終わると終了する（#15でイエス）。

【0069】次に、3次元位置の算出方法について説明する。カメラ視線方程式は次の（1）式及び（2）式である。

$$(u-u0) = (xp) = (b/pu) \times [X / (Z-FH)] \quad \dots (1)$$

$$(v-v0) = (yp) = (b/pv) \times [Y / (Z-FH)] \quad \dots (2)$$

b：像距離

FH：前側主点位置

pu：撮像面における水平方向の画素ピッチ

pv：撮像面における垂直方向の画素ピッチ

u：撮像面における水平方向の画素位置

u0：撮像面における水平方向の中心画素位置

＊v：撮像面における垂直方向の画素位置

v0：撮像面における垂直方向の中心画素位置

スリット面方程式は（3）式である。

【0070】

【数1】

$$\begin{bmatrix} \cos(\text{the3}) & -\sin(\text{the3}) & 0 \\ \sin(\text{the3}) & \cos(\text{the3}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\text{the2}) & 0 & \sin(\text{the2}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\text{the2}) & 0 & \cos(\text{the2}) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & -\sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \\ 0 & \sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} [X \quad Y-L \quad Z-s] = 0 \quad \dots (3)$$

the1：X軸周りの回転角

the2：Y軸周りの傾き角

the3：Z軸周りの傾き角

the4：X軸周りの角速度

nop：通過タイミング（＝時間重心ip＋ライン番号）

L：基線長

s：起点Aのオフセット

【0071】幾何収差は画角に依存する。歪はほぼ中心画素を中心として対称に生じる。したがって、歪み量は中心画素からの距離の関数で表される。ここでは、距離の3次関数で近似する。2次の補正係数をd1、3次の★

★補正係数をd2とする。補正後の画素位置u'、v'は（4）式及び（5）式で与えられる。

【0072】

$$u' = u + d1 \times t^2 \times (u-u0) / t^2 + d2 \times t^3 \times (u-u0) / t^2 \quad \dots (4)$$

$$v' = v + d1 \times t^2 \times (v-v0) / t^2 + d2 \times t^3 \times (v-v0) / t^2 \quad \dots (5)$$

$$t2 = (t1)^{-2}$$

$$t1 = (u - u0)^2 + (v - v0)^2$$

上述の(1)式及び(2)式において、 $u$ に代えて $u'$ を代入し、 $v$ に代えて $v'$ を代入することにより、歪曲収差を考慮した3次元位置を求めることができる。なお、キャリブレーションについては、電子情報通信学会研究会資料PRU91-113「カメラの位置決めのない画像の幾何学的補正」小野寺・金谷、電子情報通信学会論文誌D-II vol. J74-D-II No.9 pp.1227-1235, '91/9「光学系の3次元モデルに基づくレンジファインダの高精度キャリブレーション法」植芝・吉見・大島、などに詳しい開示がある。

【0073】次に、選択回路75の構成及び動作の詳細について説明する。図15は選択回路75の構成を示すブロック図である。図15に示すように、選択回路75は、スイッチ回路751、756、メモリ752、積算回路753、判定値回路754、及び比較回路755から構成される。

【0074】スイッチ回路751は、出力処理回路62から転送される第1フレームF(T/4)の受光データS(T/4)を受光データS11としてメモリ752に、第2フレームF(T)の受光データS(T)を受光データS21としてスイッチ回路756及び比較回路755に送る。

【0075】メモリ752は、200×32Byteの記憶容量を持つ読み書き可能なメモリであり、受光データS11の全てを記憶する。積算回路753は、受光データS11に対し4倍の値の受光データS12を算出し、スイッチ回路756に送る。

【0076】判定値回路754は、受光データS21の飽和判定の基準となる判定値S23を比較回路755に設定する。判定値S23の値の具体例は「255」である。

【0077】比較回路755は、受光データS21と判定値S23とを比較し、その比較結果に基づいた制御信号CP1を生成し、スイッチ回路756に送る。制御信号CP1は、スイッチ回路756を次のように制御する。

【0078】すなわち、受光データS21が飽和していない場合には、受光データS21をスイッチ回路756を介してメモリ63へそのまま転送する〔図17(D)における実線部分参照〕。これと異なり、受光データS21が飽和している場合には、受光データS12、つまり第1フレームF(T/4)の受光データS(T/4)を4倍した値をスイッチ回路756を介してメモリ63へ転送する〔図17(D)における破線部分参照〕。

【0079】このようにして、第2フレームF(T)の全ての画素についての受光データS(T)は、判定値「255」に達しているか否かによって飽和しているか否かが判定される。受光データS(T)が飽和してい

い場合には、その受光データS(T)を用い、受光データS(T)が飽和している場合には、受光データS(T/4)の4倍の大きさの信号が、8ビット又は10ビットの受光データS30としてメモリ63に送られることになる。

【0080】つまり、イメージセンサ53から得られる受光データをノイズの影響を受けにくい大きな値として読み出すことができる。このため、受光データS30に対して重心演算を行い3次元画像を求めた場合に、精度のよい3次元画像を求めることができる。

【0081】なお、上に述べた実施形態では、蓄積時間をTとT/4との2段階に設定したが、さらに多くの段階の蓄積時間を設定してもよい。例えば、T、T/2、T/4、T/8、又はT、T/3、T/9など、3段階以上の蓄積時間を設定することが可能である。このように設定された蓄積時間によって得られた信号のうち、最も蓄積時間の長い信号、換言すれば出力レベルの高い信号を選択するようにすればよい。

【0082】次に、図16乃至19を参照して、受光データS(T)、S(T/4)に具体的な数値を用いて、選択回路75から受光データS30が出力され、受光データS30に対して時間重心演算及び空間重心演算を行う場合の処理について説明する。

【0083】初めに、時間重心演算を行う場合の処理について説明する。図16は有効受光領域Aeにおける互いに異なる注目画素g1、g2を示す図、図17は注目画素g1、g2に対し電荷の蓄積時間がT/4、Tであるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図である。

【0084】図17(A)は注目画素g1に対し電荷の蓄積時間がT/4であるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図、図17(B)は注目画素g1に対し電荷の蓄積時間がTであるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図、図17

(C)は注目画素g2に対し電荷の蓄積時間がT/4であるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図、図17(D)は注目画素g2に対し電荷の蓄積時間がTであるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図である。

【0085】図17(A)に示すように、注目画素g2に対し蓄積時間がT/4後に読出しを行った受光データのピーク値が30の場合、つまり、ピーク値が受光データの飽和値「255」に対してかなり小さい場合に、注目画素g1について時間重心演算を行うと、得られる演算結果は精度が悪いものとなる。注目画素g1のSN比が悪いからである。

【0086】なお、時間重心Npeakを演算するに当たっては、各画素毎に、所定期間内におけるイメージセ

10

20

30

40

50



ンサ53からの出力(x)を一定の周期でサンプリングし、サンプリング値である出力(x)とサンプリングのタイミング(i)との積(x・i)の総計 $\Sigma(x \cdot i)$ 、及び出力(x)の総計 $\Sigma(x)$ を算出する。これらから、時間重心 $Npeak = \Sigma(x \cdot i) / \Sigma(x)$ を算出する。

【0087】一方、図17(B)に示すように、注目画素g1の前の読出し(電荷の蓄積時間T/4)に対して、4倍の蓄積時間であるT後に読出しを行った受光データは、ピーク値が128になる。なお、この「128」は30の約4倍である。

【0088】このように、蓄積時間がT後に読出しを行った受光データS21は、蓄積時間がT/4後に読出しを行った受光データS11よりもSN比が大きくなる。また、図17(C)に示すように、注目画素g2に対し蓄積時間がT/4後に読出しを行った受光データのピーク値が110の場合には、注目画素g1について行ったのと同じ方法、つまり注目画素g2の前の読出し(電荷の蓄積時間T/4)に対して4倍の蓄積時間のT後に読出しを行った受光データS21を用いて時間重心演算を行う方法をそのまま適用することはできない。そのまま適用した場合には、図17(D)の実線に示すように、区間SRでは複数のフレームに対して受光データS21が飽和してしまうからである。

【0089】この場合には、区間SRにおける受光データS21の値として受光データS11に4を乗じた値S12を用いる。こうすることで、注目画素g2についてもSN比が大きい受光データを得ることができる。

【0090】有効フレームAe内の任意の注目画素について上述した処理を行うことにより、得られる時間重心演算の結果は、ノイズ信号の影響が小さいものとなり、精度のよい3次元画像を求めることができる。

【0091】次に、空間重心演算を行う場合の処理について説明する。図18は有効受光領域Aeにおける互いに異なる注目画素列L1、L2を示す図、図19は注目画素列L1、L2に対し電荷の蓄積時間がそれぞれT/4、Tであるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図である。

【0092】図19(A)は注目画素列L1に対し電荷の蓄積時間がT/4であるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図、図19(B)は注目画素列L1に対し電荷の蓄積時間がTであるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図、図19(C)は注目画素列L2に対し電荷の蓄積時間がT/4であるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図、図19(D)は注目画素列L2に対し電荷の蓄積時間がTであるときの各フレームにおける受光データの分布の一例を示す図である。

【0093】図19(A)に示すように、注目画素列L1に対し電荷の蓄積時間がT/4であるときの各フレー

ムにおける受光データのピーク値が30の場合、つまり、受光データの飽和値「255」に対してかなり小さい場合に、注目画素列L1について空間重心演算を行うと、その演算結果は精度が悪いものとなる。注目画素列L1のSN比が悪いからである。

【0094】なお、空間重心Mpeakを演算するに当たっては、イメージセンサ53からの出力(x)を一定の周期でサンプリングする。各サンプリングのタイミングに対応して、所定の受光幅内の画素について、その位置(i)と出力(x)との積(x・i)の総計 $\Sigma(x \cdot i)$ 、及び出力(x)の総計 $\Sigma(x)$ を算出する。これらから、空間重心 $Mpeak = \Sigma(x \cdot i) / \Sigma(x)$ を算出する。

【0095】この場合には、上述した時間重心演算のところで説明した注目画素g1、g2をそれぞれ注目画素列L1、L2と読み変えることにより、得られる空間重心演算の結果は、ノイズ信号の影響が小さいものとなり、精度のよい3次元画像を求めることができることになる。

【0096】上述の実施形態において、イメージセンサ53から受光データS(T/4)が1フレーム分だけ第1フレームF(T/4)として、受光データS(T)が1フレーム分だけ第2フレームF(T)として別々に出力されるが、各フレーム分の受光データを画素毎に順次記憶していくためのバッファメモリをイメージセンサ53とは別個に設け、そのバッファメモリから各フレームの受光データをまとめて出力するように構成してもよい。

【0097】上述の実施形態において、電荷の蓄積時間がT/4である受光データS(T/4)と、その4倍の時間Tである受光データS(T)とを用いているが、受光データS(T)に代えて、受光データS(T/4)に対して電荷の蓄積時間が例えば2倍、3倍、6倍、8倍などの受光データを用いることも可能である。それらの場合に、受光データS11に対してそれらの倍率に応じた値の受光データS12を算出するために、データ変換テーブルを用いてもよい。

【0098】上述の実施形態において、3次元カメラ2、ホスト3、又は計測システム1の全体又は各部の構成、処理内容又は順序、処理タイミングなどは、本発明の主旨に沿って適宜変更することができる。

【0099】

【発明の効果】本発明によると、撮像デバイスからの飽和していない出力を得ることができる。請求項3及び請求項4の発明によると、撮像デバイスからSN比の良好な出力を得ることができる。

【0100】したがって、MOS型イメージセンサなどの非破壊読出しが可能なイメージセンサから出力される受光データのSN比を向上させて精度のよい3次元画像を求めることが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る計測システムの構成図である。

【図 2】3次元カメラの外観を示す図である。

【図 3】3次元カメラの機能構成を示すブロック図である。

【図 4】投光レンズ系の構成を示す模式図である。

【図 5】計測システムにおける3次元位置の算出の原理図である。

【図 6】イメージセンサの読出し範囲を示す図である。

【図 7】イメージセンサの構成の模式図である。

【図 8】イメージセンサの撮像面におけるラインとフレームとの関係を示す図である。

【図 9】メモリにおける各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

【図 10】メモリにおける各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

【図 11】メモリにおける各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

【図 12】3次元カメラにおけるデータの流れを示す図である。

【図 13】ホストにおける3次元位置演算の処理手順を示すフローチャートである。

【図 14】光学系の各点と物体との関係を示す図であ \*

＊る。

【図 15】選択回路の構成を示すブロック図である。

【図 16】有効受光領域における注目画素を示す図である。

【図 17】蓄積時間が $T/4$ 及び $T$ であるときの受光データの分布の例を示す図である。

【図 18】有効受光領域における注目画素列を示す図である。

【図 19】蓄積時間が $T/4$ 及び $T$ であるときの受光データの分布の例を示す図である。

## 【符号の説明】

2 3次元カメラ（3次元入力装置）

40 光学系（投光手段）

43 ガルバノミラー（走査手段）

53 イメージセンサ（撮像デバイス）

61 システムコントローラ（制御手段）

75 選択回路（選択手段、演算手段）

Ae 有効受光領域（有効領域）

S2 撮像面

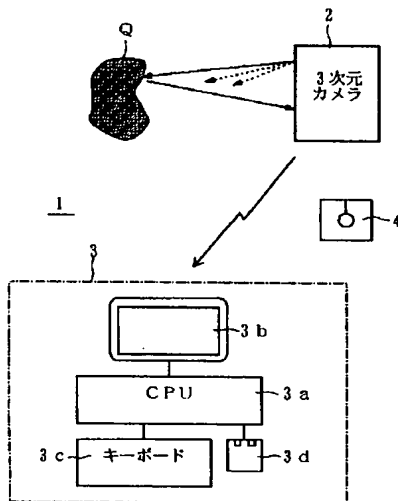
20 U スリット光（検出光）

Q 物体

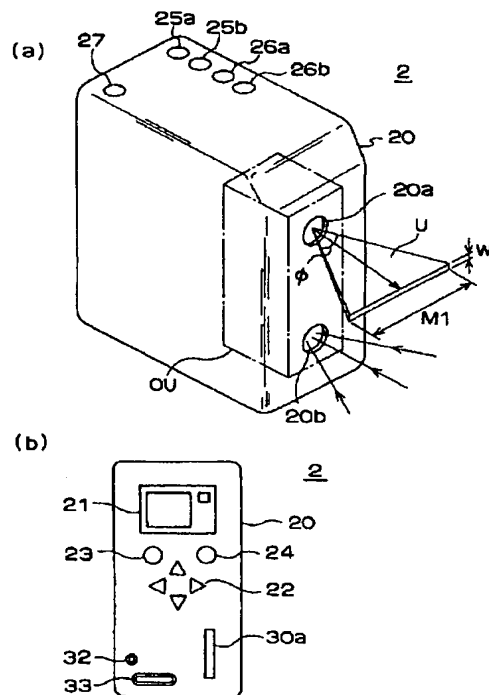
S ( $T/4$ ) 受光データ（第1光電変換信号）

S ( $T$ ) 受光データ（第2光電変換信号）

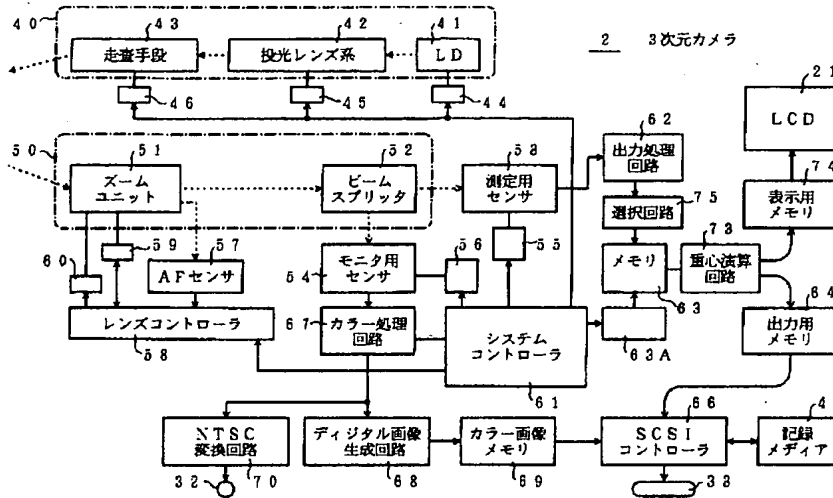
【図 1】



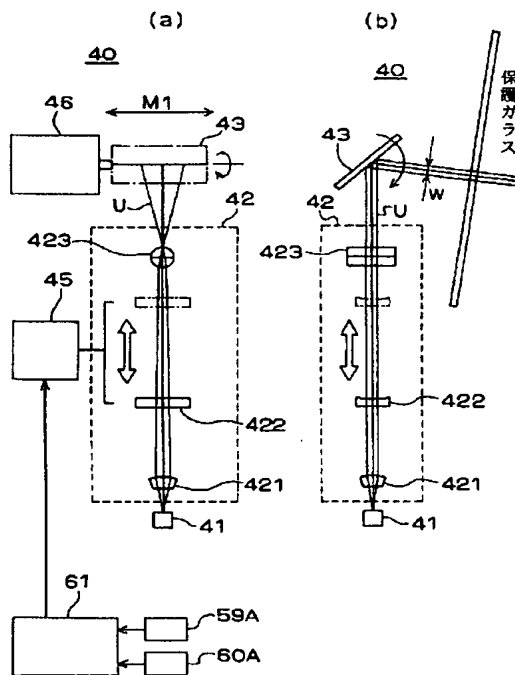
【図 2】



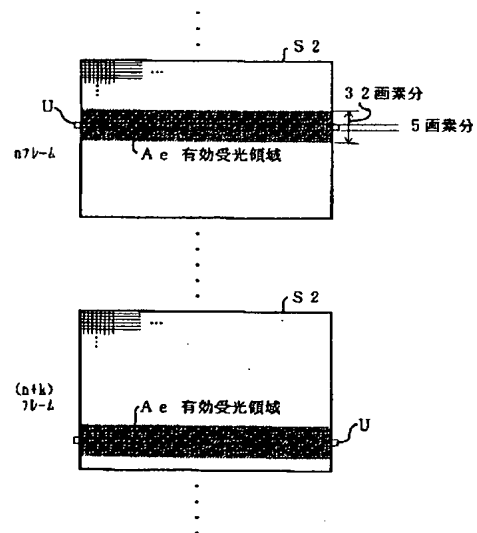
【図3】



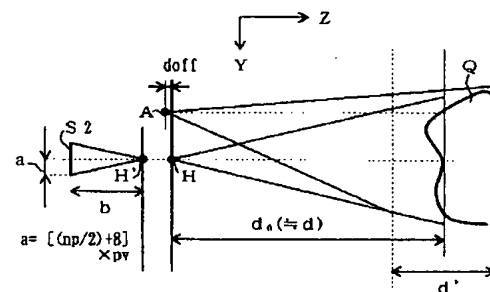
【図4】



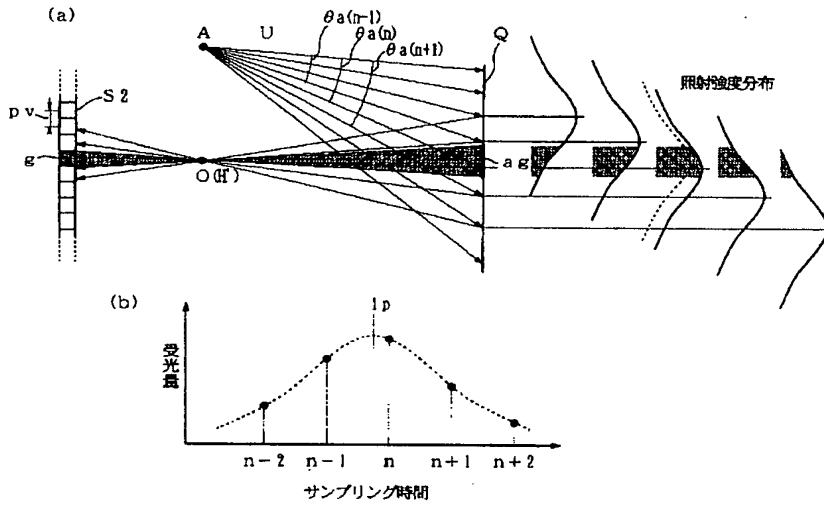
【図6】



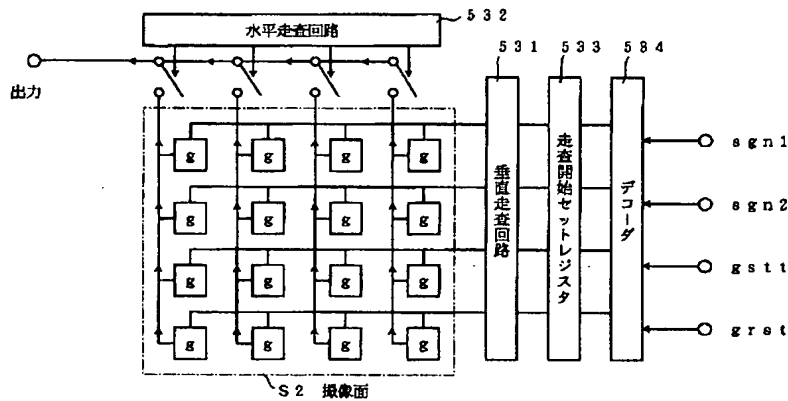
【図14】



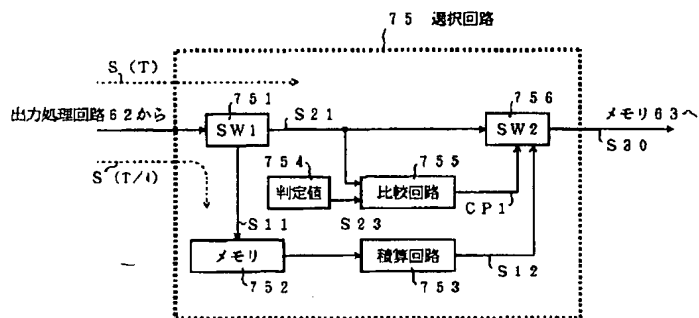
【図5】



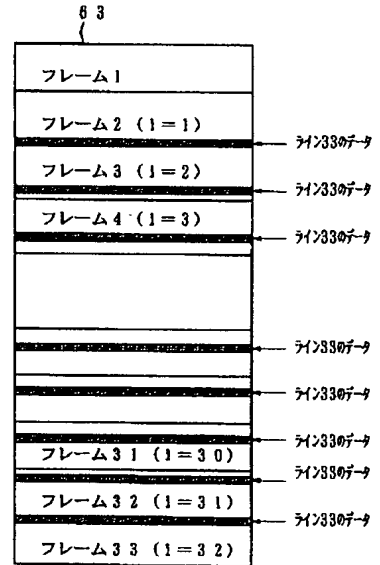
【図7】



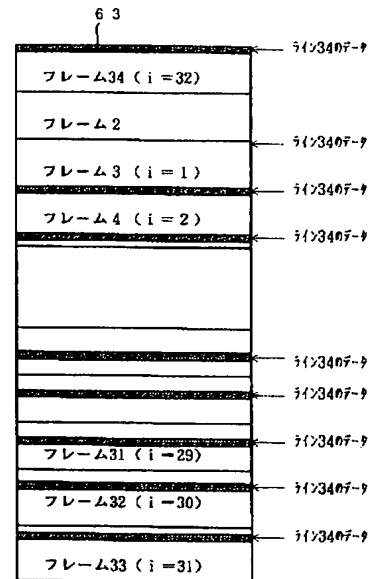
【図15】



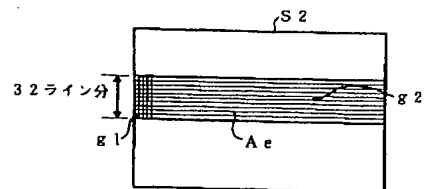
【図10】



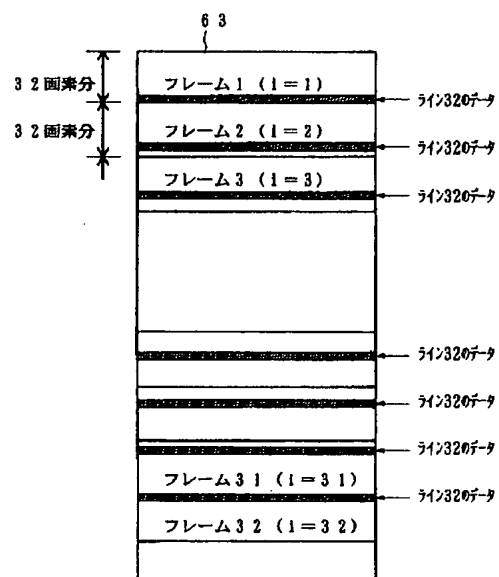
【図11】



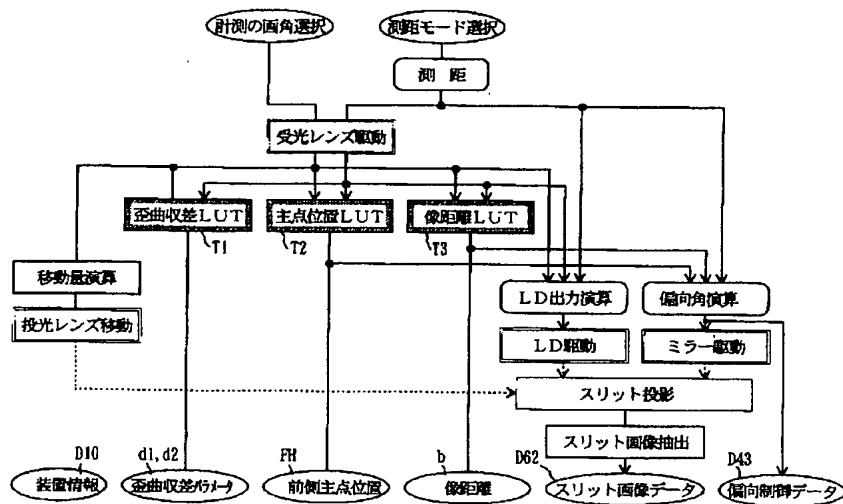
【図16】



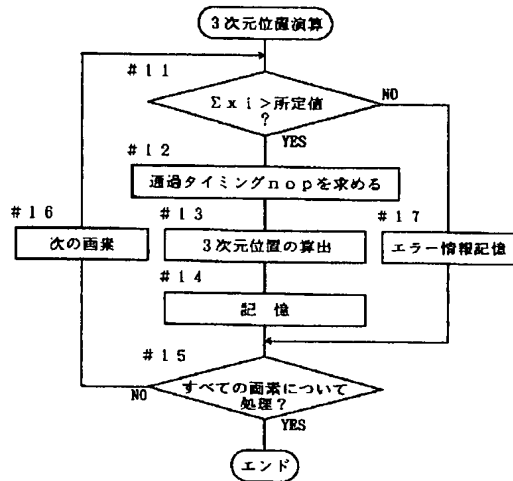
【圖9】



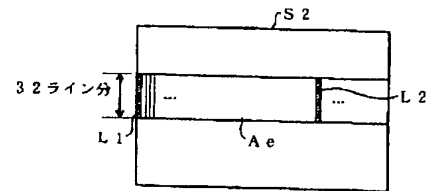
【圖 12】



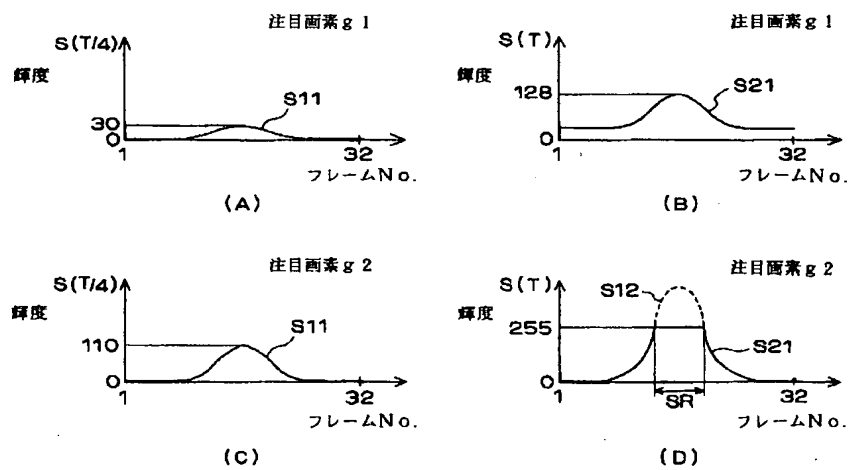
【図13】



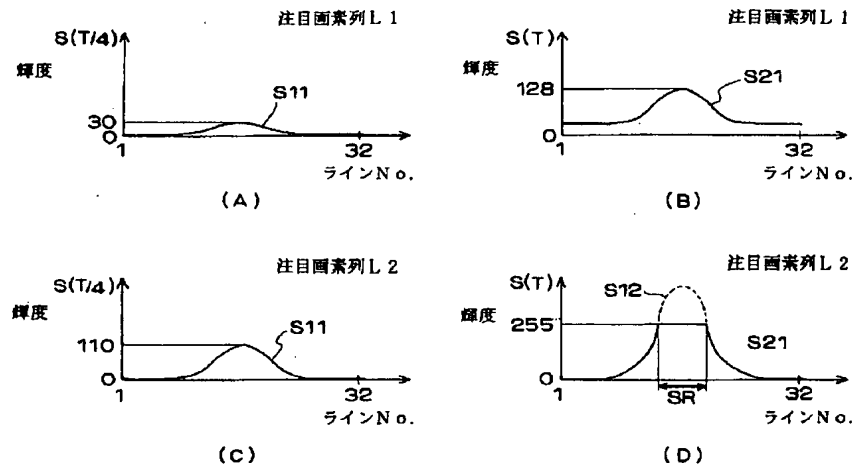
【図18】



【図17】



【図19】




---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 一睦  
 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内  
 (72)発明者 岡田 浩幸  
 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 掃部 幸一  
 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内  
 Fターム(参考) 2F065 AA03 AA53 DD04 FF04 FF09  
 GG06 HH05 JJ03 JJ26 LL13  
 LL46 LL62 MM16 NN12 QQ24  
 SS13